



Universidad de Valparaíso  
Facultad de Odontología  
Escuela de Odontología  
Cátedra de Endodoncia

**ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO PARA LA PREPARACIÓN  
BIOMECÁNICA DE CONDUCTOS RADICULARES USANDO  
PROTAPER V/S NITI-TEE**

Trabajo de Investigación  
Requisito para optar al  
Título de Cirujano-Dentista

**Alumnas:**

Lorena León E.  
Gloria Muenta R.  
Romina Navarrete L.

**Docente Guía:**

Dra. Patricia Nazar M

Valparaíso- Chile  
2004

## INTRODUCCION

Durante muchos años se ha sabido de la estrecha relación que debe existir entre la preparación biomecánica y la irrigación. La limpieza del canal no sólo esta dada por la acción del irrigante el cual debe actuar como complemento a la acción física y mecánica de la instrumentación. Se ha observado que según el diseño de cada instrumento, el tipo y cantidad de chips de dentina encontrados varía. Se hace necesario, entonces, comparar el accionar de dos instrumentos de última generación.

Uno de los principales problemas del tratamiento endodóntico corresponde a la mantención de la configuración original del conducto radicular en dientes con un grado de curvatura moderada. Es por este motivo que a lo largo de los años se han desarrollado una gran cantidad de instrumentos variando ya sea la composición de la aleación o la forma de éstos, buscando de este modo optimizar el resultado del mismo.

Debemos tomar en cuenta algunos factores que deben cumplir los instrumentos rotatorios; se busca resistencia, eficiencia y simplicidad, conceptos que son difíciles de encontrar en un sólo sistema.

En el desarrollo de la instrumentación han existido diferentes generaciones de instrumentos, pero todos buscan cumplir los mismos objetivos:

- Limpiar y conformar manteniendo la anatomía original del sistema de conductos, que normalmente presenta forma de embudo que se estrecha hacia apical.
- Preparación continua con buena angulación controlando la lima en la porción apical.
- Mantener el foramen en su posición original.
- Mantener el foramen pequeño para dar resistencia a la extrusión del material.

Según la filosofía de los instrumentos de Níquel- Titanio, éstos facilitan la instrumentación de los conductos estrechos y curvos, evitando deformación y transportación apical. Las aleaciones de Níquel- Titanio han permitido realizar nuevos diseños y la introducción de movimientos rotatorios para la limpieza y conformación de los conductos radiculares.

## MARCO TEORICO

Una vez concluidas las etapas de apertura, limpieza de la cámara pulpar, localización y preparación de las entradas a los conductos, el diente ofrecerá las condiciones para que se inicie la *preparación biomecánica (PBM)*:

La preparación del conducto, constituida por un conjunto de procedimientos mecánicos (*preparación mecánica*) y con el auxilio de productos químicos (*irrigación*), tiene por finalidad limpiar, conformar y, en casos de dientes con pulpa necrótica, también desinfectar el conducto radicular y así crear condiciones para que pueda obturarse. Además Cohen (1998) señala que esta preparación debe alisar las irregularidades del conducto, obstrucciones y calcificaciones, aumentar la superficie de contacto dentinario con las soluciones medicamentosas usadas durante la irrigación o entre sesiones e incrementar la permeabilidad dentinaria a los medicamentos. (Cohen, 1998)

Como partícipes de esta etapa, los instrumentos endodónticos desempeñan un papel de extraordinaria importancia. (Soares y Goldberg, 2002)

El tallado y limpieza, tanto biomecánica como química del sistema canalicular, son estrictamente necesarios para un resultado aceptable en la terapia endodóntica. Esto es más importante de lo que necesariamente será colocado dentro del conducto, por lo que se debe prevenir la introducción de cualquier contaminante dentro del canal que pudiera llevar a un fracaso del tratamiento. (Bezares y Cortez, 2000)

## FUNDAMENTOS ASOCIADOS A LA PREPARACIÓN BIOMECÁNICA

Al realizar la preparación biomecánica, ya sea con instrumentos manuales o rotatorios, se deben considerar factores que influyen directamente en el éxito del tratamiento. Se hace necesario clasificarlos en:

### FISICOS

- De los instrumentos:
  - Los de acero inoxidable, tienden a la rectificación, lo que lleva a la transportación.
  - Forzar instrumentos puede perforar la raíz y el retiro de éste puede producir su fractura.
  - Menor área de acción de la parte activa, mejor control del instrumento.
  - Las limas desgastan en forma diferente debido a: variaciones en las aleaciones, entre los fabricantes, el diseño y factores de estandarización.
  
- Del diente:
  - Las paredes ofrecen resistencia a la entrada y corte de los instrumentos.
  - Mayor área de contacto mayor resistencia.
  - Curvatura ejerce resistencia, lo que puede provocar accidentes a nivel apical.

- De la irrigación:
  - Calibre de la aguja mayor al del conducto radicular.
  - Tendencia a formar burbuja de aire a nivel apical.

#### ANATOMICOS

- Todos los dientes tienen algún grado de curvatura.
- El diente es un cuerpo tridimensional.
- Pulpa dañada responde con aposición de dentina terciaria, provocando estrechamiento del lumen.
- Curvatura radicular determina: zona de seguridad y zona de peligro.
- Conductos con forma de embudo.
- Las curvaturas dificultan la obtención de la longitud de trabajo y su estabilidad durante la PBM.
- Inicio de curvatura entre tercio medio y tercio apical.
- Lo que tratamos es un sistema de conductos.
- Límite anatómico para PBM: constricción apical.

#### MICROBIOLÓGICOS

- Los dientes con vitalidad presentan microorganismos a nivel coronario y eventualmente a nivel del tercio coronario radicular.
- Los dientes sin vitalidad pulpar presentan microorganismos a lo largo de todo el conducto radicular.
- Complejidad de la microflora aumenta con el tiempo (anaerobios).
- Instrumentación inadecuada puede llevar a expulsión de detritus y microorganismos. hacia el tejido periapical: reagudización.

#### BIOLOGICOS

- Mantener integridad del muñón pulpar.
- Favorecer reparación de las lesiones.
- Respetar los tejidos periapicales.
- Favorecer el sellado biológico.

## PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA PREPARACIÓN BIOMECÁNICA

La conformación de manera adecuada de los conductos radiculares, debe cumplir con ciertos principios básicos como son otorgar:

*Forma de retención:* Permite que la preparación del conducto radicular tenga a nivel del tercio apical (2 a 5mm de paredes) un cierto paralelismo o ligera convergencia para el buen ajuste del cono de obturación en la técnica de compactación lateral. Esta puede ser comprobada mediante la resistencia "tug back" que se siente al traccionar el cono primario. (Ingle y col, 1996)

*Forma de resistencia:* Permite oponer resistencia y conservar la integridad de la constricción natural del conducto radicular a nivel apical, para evitar la "sobre instrumentación y posterior sobre obturación (Ingle y col, 1996)

Además al realizar la PBM debemos tener presente que:

- La instrumentación, limpieza y tallado debe limitarse sólo a los conductos.
- Evitar proyectar material necrosado más allá del foramen apical.
- Eliminar los restos tisulares del sistema de conductos radiculares.
- Crear suficiente espacio durante la preparación del conducto radicular para la colocación de medicación en él y poder recibir el exudado potencial del periápice que pudiera acumularse entre sesiones y aliviar así la presión apical.
- Los instrumentos deben tener acceso directo desde la apertura coronaria hasta la constricción apical.
- La preparación debe ensanchar el conducto, manteniendo al mismo tiempo la configuración preoperatoria general, pero desarrollando al mismo tiempo la forma más adecuada para la obturación.
- Los instrumentos lisos preceden a los más rugosos y los finos preceden a los más gruesos.
- Debemos evitar forzar los instrumentos dentro del conducto radicular en su accionar, de esta forma, estaremos evitando posibles fracturas.
- La exploración del conducto radicular siempre debe ser efectuada con un instrumento pequeño: Ej. n° 0.6, 0.8, 10 y 15.
- El ensanchamiento o tallado del conducto radicular debe ser realizado gradualmente, aumentando según la estandarización, el diámetro de los instrumentos.
- El paso de un instrumento a otro se hace una vez que el instrumento que se está utilizando pierde su acción de corte dentro del conducto radicular
- La irrigación debe ser abundante y copiosa. Toda la PBM debe realizarse en ambiente húmedo. Esta facilita el corte de la dentina, mejora la adhesión de residuos de la preparación en los instrumentos y sirve de medio de suspensión de residuos.
- La recapitulación facilita la remoción de detritus y previene la pérdida de la longitud de trabajo por empacamiento de dentina.

## PROBLEMAS MÁS FRECUENTES DURANTE LA PBM

Todos los instrumentos empleados en la preparación de conductos poseen una memoria molecular que obedece a las leyes físicas de acción-reacción, en el momento de cortar y desgastar la dentina radicular. En los conductos curvos el instrumento se ve forzado a recorrerlo con movimientos de intrusión y tracción para desgastar la pared dentinaria; en este momento a la memoria molecular se añade: el tipo de corte de las espiras, la flexibilidad del instrumento, la ley de palanca y la presión digital que ejerce el profesional al instrumento. (Bezares y Cortez, 2000)

Dentro de los problemas más comunes descritos encontramos:

*-Escalón*, se produce por una falta de acceso en línea recta, preparación de un conducto lejos de su longitud de trabajo, incapacidad para superar la curvatura del conducto, excesivo ensanchamiento de conductos curvos y por empaque de desechos en la porción apical del conducto. (Weine y col, 1997)

*-Transportación apical*, se produce por una incorrecta determinación de la longitud de trabajo, depende de la resistencia que ofrecen las paredes del conducto radicular, la memoria de forma de los instrumentos y del grado de curvatura apical del conducto. (Weine y col, 1997)

La transportación apical ha demostrado ser un resultado común en la instrumentación de conductos curvos. Cimis y col. reportaron que el 46% de los conductos curvos exhibían diversos grados de transportación apical luego de la instrumentación. (Droguett y col, 2000)

*-Fractura de los instrumentos*, la flexibilidad y resistencia limitadas de los instrumentos junto con su empleo inapropiado causan su fractura. El esfuerzo realizado al momento de traccionar los instrumentos para retirarlo puede hacer que se fracture. Otra causa es el empleo de instrumentos sobrecargados o fatigados (Weine y col, 1997)

*-Disminución de la longitud de trabajo*, puede deberse a empacamiento de dentina, resistencia de las paredes del conducto, formación de escalones, compresión de restos de tejido pulpar. (Weine y col, 1997)

*-Sobreinstrumentación*, corresponde al ensanchamiento de la constricción apical y se produce debido a un error en la conductometría, al mal uso de las técnicas de PBM o a la pérdida de la referencia coronaria. (Droguett y col, 2000)

*-Perforaciones radiculares*, pueden deberse a errores tales como iniciar un escalón y luego perforar hacia la zona lateral de la raíz en un punto de obstrucción del conducto o de la curvatura radicular, utilizar un instrumento demasiado grande o largo y perforar el agujero apical directamente o por desgaste producir un agujero en la superficie lateral de la raíz a causa de la sobreinstrumentación. (Droguett y col, 2000)

-ZIP, se produce cuando el instrumental tiende a trabarse en los conductos curvos resultando en una excesiva remoción de dentina de la pared externa de la curvatura apical produciéndose un foramen en forma de gota (Droguett y col, 2000)

## **TECNICAS DE PREPARACIÓN BIOMECÁNICA**

Las técnicas disponibles para PBM pueden dividirse en dos grupos: (Gulabivala y Stock 1996)

**1) Técnicas ápico-coronales:** En estas técnicas la longitud de trabajo se establece, y a continuación se prepara toda la longitud del conducto, aumentando secuencialmente su tamaño hasta que se alcanza la forma final, la preparación a menudo finaliza con el refinamiento de la parte coronal.

**2) Técnicas corono-apicales:** En estas técnicas la porción coronal del conducto se prepara antes de determinar la longitud de trabajo. El conducto se prepara secuencialmente desde el extremo coronal hasta la longitud total de trabajo, que se determina en algún momento después del pre limado coronal (acceso radicular).

Se considera que el segundo enfoque ofrece las siguientes ventajas, que lo convierten en el enfoque de elección:

- Permite el debridamiento temprano de la parte coronal del conducto, que puede contener una gran masa de detritus orgánico y microbiano, reduciendo el riesgo de llevar este material al extremo apical.
- Permite una mejor y más profunda penetración del irrigante en la preparación, lo que reduce el riesgo de bloqueo apical con fragmentos de dentina y tejido pulpar.
- Disminuye el riesgo de proyectar detritus al periápice.
- Disminuye la posibilidad de fractura de los instrumentos.
- Permite un mejor control de la instrumentación apical al disminuir el roce del instrumento en la totalidad del conducto.
- Facilita la determinación de la longitud de trabajo reduciendo irregularidades y obstáculos a nivel coronario, que alteran la medición.
- Logra un acceso en línea recta a la zona de la curva del conducto.
- Facilita la aplicación de los medicamentos.
- Facilita la obturación radicular con técnicas termoplásticas. (Gulabivala y Stock 1996)

### **Técnica Crown-Down**

Esta técnica fue desarrollada por Marshall y Pappin en 1980, descrita como una "preparación sin presión de la corona hacia abajo". También llamada Step Down (corona abajo) permite instrumentar los conductos curvos y proporciona una adecuada forma para la posterior obturación.

La importancia del acceso coronario radica en ensanchar los 2/3 coronarios para no someter a stress los instrumentos a la hora de preparar el tercio apical. Debemos tener en cuenta que los sistemas van aumentando su conicidad para preparar mejor la entrada del conducto y abrir el acceso al tercio apical. También es importante para remover todo lo que interfiera la entrada de los instrumentos a los conductos y tratar de desgastar lo menos posible pero a través de la vía más directa, dependiendo esto de la anatomía de los dientes.

Anatómicamente esta técnica disminuye el grado de curvatura del conducto sin un gran riesgo de transportación, lo que disminuye la complejidad del tratamiento al momento del ensanchamiento apical y posteriormente en la obturación del conducto. En un estudio realizado por Morgan y Montgomery reportaron que la técnica Crown Down es superior a la Step Back en la preparación de conductos curvos. Aparentemente disminuiría la extrusión de detritus fuera del foramen apical y dentro del tejido periapical, también se minimiza la transportación del conducto.

La técnica Crown-Down utiliza instrumentos de punta no activa y se puede realizar con instrumentos manuales o rotatorios. (Droguett y col, 2000)

## IRRIGACIÓN

La irrigación de la cámara pulpar y de los conductos radiculares es una intervención necesaria antes, durante y después de la instrumentación de los conductos. La cámara pulpar y los conductos radiculares de dientes sin tratar y desvitalizados están llenos de restos pulpares necrosados y líquidos tisulares, porciones de tejido momificado y tejido vivo, que se encuentra algunas veces en la porción apical del conducto radicular. Antes de debridar, la irrigación facilita la instrumentación al lubricar las paredes de los conductos y suspender el polvo de dentina (Lasala, 1992)

Los objetivos principales de la irrigación-aspiración son:

- a) Limpieza o arrastre mecánico de restos pulpares, sangre líquida o coagulada, virutas de dentina, polvo de cemento temporal, plasma, exudados, restos alimenticios, medicación anterior (Lasala, 1992) y restos necróticos que pueden actuar como nicho de bacterias, estos restos necróticos al ser llevados a la región periapical pueden causar agudizaciones periapicales y si permanecen en el conducto radicular pueden inhibir o impedir la acción de los medicamentos utilizados como medicación temporal. (Leonardo, 1994)
- b) Acción lubricante de las paredes dentinarias, facilitando la acción de los instrumentos. (Leonardo, 1994).
- c) Eliminación de la llamada capa residual o smear layer. (Leonardo, 1994).
- d) Acción detergente y de lavado. (Lasala, 1992)
- e) Acción antimicrobiana y desinfectante, eliminando la flora bacteriana residual y sus productos metabólicos. (Lasala, 1992)
- f) Acción blanqueadora. (Lasala, 1992)

### Soluciones más utilizadas (Ingle, 1996)

**Hipoclorito de Sodio** (NaOCl): El irrigante más utilizado es el hipoclorito de sodio en diferentes concentraciones. En la lista de las propiedades que convierten al hipoclorito de sodio en la opción más adecuada para la irrigación de los conductos radiculares se destaca:

- Buena capacidad de limpieza. (Leonardo, 1994).
- Poder antibacteriano efectivo. (Soares y Goldberg, 2002)
- Neutralizante de productos tóxicos. (Soares y Goldberg, 2002)
- Disolvente de tejido orgánico. (Soares y Goldberg, 2002)
- Acción rápida, desodorizante y blanqueante. (Soares y Goldberg, 2002)
- Baja tensión superficial. (Leonardo, 1994).
- pH alcalino, neutralizando la acidez del medio volviéndolo inadecuado para el desarrollo bacteriano. (Leonardo, 1994).

**Agentes Quelantes:** Los quelantes son ablandadores de dentina, cuya función es facilitar el paso de los instrumentos y al agrandamiento del conducto al eliminar componentes minerales de las paredes de la dentina u obstrucciones dentro de los conductos. (García, 2001)

Entre las soluciones quelantes de uso más frecuente durante la irrigación están el EDTAC, File-eze, RCprep, Tublicid, Glyde, en todas las cuales el ingrediente activo es el ácido etilendiaminotetracético (EDTA). (Ingle y col, 1996)

El EDTA es una sustancia blanca, soluble, sin olor y cristalina, es relativamente no tóxica y poco irritante en soluciones débiles. Es ampliamente usado como quelante en las terapias endodónticas ya que reacciona con los iones calcio de los cristales de hidroxiapatita, removiéndolos de la dentina. Es usado en varias concentraciones y combinaciones y su eficiencia depende de muchos factores tales como el largo del conducto, profundidad de penetración del agente, dureza de la dentina, vehículo, duración de la aplicación, pH y la concentración del agente. (Calt y Server 2002)

Considerando la escasa acción del EDTA sobre el tejido orgánico, su moderada citotoxicidad y limitada acción bactericida se hace indispensable emplear una técnica alternada y secuencial de irrigación con NaOCl, la cual ha demostrado ser la más efectiva en cuanto a disolución del tejido pulpar, eliminación de microorganismos y eliminación de la capa de desecho dentinario, por estas razones es aconsejable irrigar el conducto con 5ml de EDTA una vez concluida la conformación. (García, 2001)

**Glyde File Prep (Dentsply):** Es un producto en forma de gel, combinación de EDTA y peróxido de carbamida formulado específicamente para la limpieza y facilitar la instrumentación de conductos radiculares. Permite remover tejidos de pulpa vital y necrótica. También deja una apropiada superficie interna para la penetración de medicamentos usados en el tratamiento endodóntico, se puede utilizar en combinación con Hipoclorito de Sodio produciendo un burbujeo debido a la liberación del oxígeno del peróxido de carbamida facilitando la remoción de tejido pulpar, barro dentinario y detritus.



Fig. 1: Presentación comercial Glyde File Prep

Se aplica directamente de la jeringa con la punta precurvada o sobre un lentulo o instrumento endodóntico, sólo se debe utilizar en el conducto con los 2 ó 3 primeros instrumentos.

### Suero

Puede utilizarse como irrigante único en biopulpectomias o como último irrigante de la PBM, cuando se desea eliminar remanente del líquido anterior. Posee una acción lubricante y se indica en conductos no infectados en maniobras de biopulpectomías o irrigante final en una necropulpectomía. Se recomienda siempre como irrigante final

## CLASIFICACIÓN DE LA CURVATURA DE LAS RAÍCES

Generalmente, la curvatura de los conductos se clasifica según un parámetro único, una medida angular descrita por Schneider (1971) Para determinar el grado de curvatura del conducto, se traza una línea paralela al eje mayor de éste, luego una segunda línea desde el ápice y se proyecta hasta intersectar la primera línea en el punto donde el canal comienza a abandonar el eje axial del diente. Según las medidas obtenidas las curvaturas se clasifican en: (Schneider, 1971)

- leve: hasta  $5^\circ$
- moderada : de  $10^\circ$  a  $25^\circ$
- severa : de  $25^\circ$  a  $70^\circ$



Fig. 2 : Determinación Angulo de Schneider

Pruett en 1997 desarrolló un nuevo método que describe qué tan abrupto es el conducto radicular, además del grado de curvatura. Según Pruet la agudeza de cualquier conducto radicular es descrita en forma más precisa utilizando dos parámetros: el ángulo de curvatura ( $\alpha$ ) y el radio de la curvatura ( $r$ ). El radio permite medir cuán abrupta es la curvatura de un conducto. Los parámetros de ángulo y el radio de la curvatura son independientes entre sí. Los conductos pueden tener el mismo ángulo mientras poseen diferentes radios de curvatura, resultando en curvas más pronunciadas. (Zelada y cols, 2002)

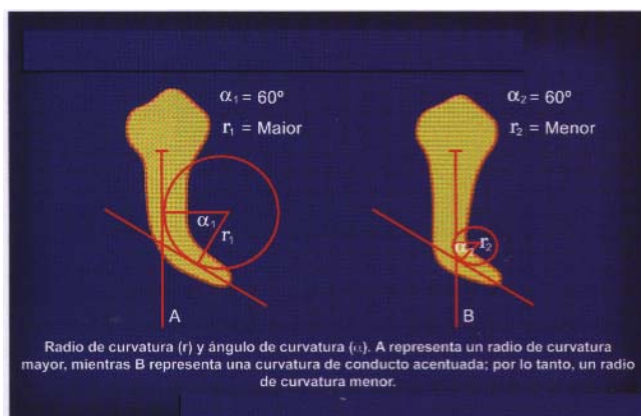


Fig. 3 .: Determinación de ángulo y radio de curvatura según técnica de Pruet

## ANATOMIA PREMOLAR INFERIOR

El premolar inferior presenta la corona con una forma cuboide y dos cúspides; se caracteriza por poseer una angulación de su corona diferente a la de la raíz, teniendo 14° de angulación linguo axial. (Beer y cols ,1998)

En más de un 90% de los casos presenta una raíz única y generalmente aplastada en sentido mesiodistal. Algunas veces presenta una división de la raíz en dos partes, una vestibular y una lingual, con frecuencia en el nivel del tercio apical. Mide aproximadamente 18mm, siendo la longitud total del diente de aproximadamente 22.9mm. Observando el diente por vestibular se puede apreciar una desviación distal de la raíz especialmente a nivel del tercio apical. (Beer y cols ,1998)

La cámara pulpar es generalmente amplia con dos cuernos pulpares uno vestibular y otro más pequeño lingual, en la minoría de los casos. El conducto radicular cuando es único es amplio y de fácil acceso, su sección es ovoide con mayor diámetro vestibulo lingual, en el nivel de los tercios cervical y medio, y adquiere una forma aproximadamente circular en el tercio apical. En el primer premolar inferior la mayoría de los conductos únicos existentes se dividen en dos conductos a nivel del tercio medio apical. El conducto único, al principio recto, se curva marcadamente desde el tercio medio tanto lingual como vestibularmente. Menos del 2% de los premolares tienen 3 conductos. En el segundo premolar inferior casi siempre se encuentra una raíz y un conducto, siendo el 97,5% de los casos. (Beer y cols, 1998)

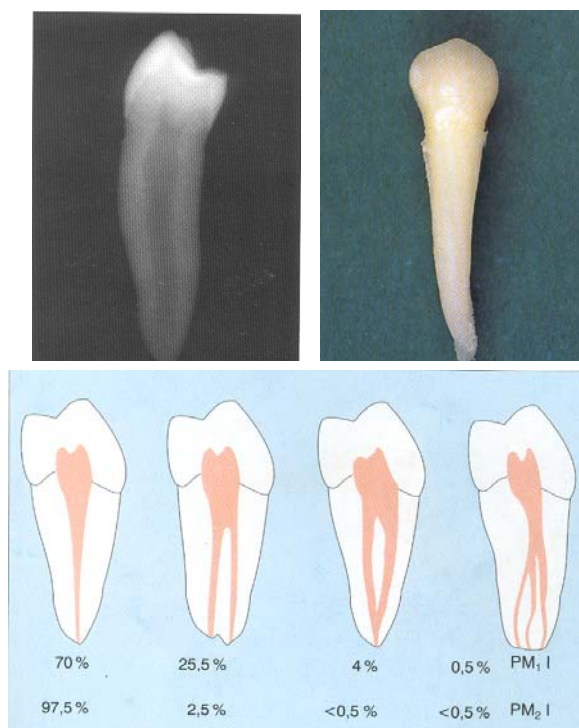


Fig.4, 5, 6 : Variaciones de los conductos radiculares en los premolares inferiores, porcentajes según estudio de Hülsmann (1994)

## INSTRUMENTOS ENDODÓNTICO PARA REALIZAR LA PREPARACION BIOMECÁNICA

Existen innumerables tipos de instrumentos diseñados para la preparación biomecánica de los conductos radiculares.

La preparación de los conductos radiculares con instrumentos manuales es un trabajo duro y arduo y consume tiempo. La mayoría de los profesionales se sienten atraídos por la idea de utilizar un instrumento automático que realice la preparación del conducto radicular con mayor facilidad y rapidez. (Gulabivala y Stock 1996)

La utilización de limas rotatorias de NiTi (Níquel- Titanio) en endodoncia se ha popularizado y ha tenido mucha aceptación entre los odontólogos (Barzuna, 2003). Aunque estos instrumentos mecánicos existen desde hace bastante tiempo, sólo recientemente, con la aparición de nuevos diseños, se están acercando a su objetivo.

### Constitución de los instrumentos

Los instrumentos endodónticos se fabrican a partir de vástagos metálicos triangulares, cuadrangulares o circulares, que se torsionan o tornean de acuerdo a las características de cada instrumento. Están constituidos por cuatro partes: el mango, el intermediario, la parte activa y la guía de penetración. (Soares y Goldberg, 2002)

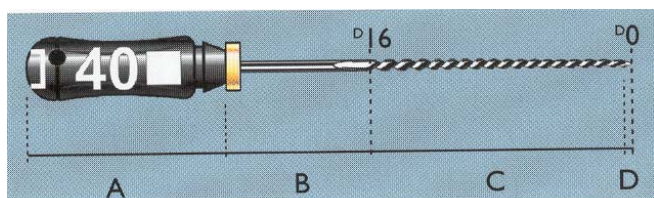


Fig. 7: Partes constituyentes de un instrumento endodóntico

A: mango

B: intermediario

C: parte activa

D: guía de penetración

Los instrumentos endodónticos se confeccionan a partir de vástagos metálicos de Acero Inoxidable, de Níquel- Cromo o de Níquel –Titanio. (Soares y Goldberg, 2002)

Varios estudios han demostrado que ninguna técnica empleada en la instrumentación, es capaz de promover una total limpieza del sistema de los conductos radiculares. La razón de esta ineficacia está relacionada principalmente a los instrumentos endodónticos, los cuales son incapaces de adaptarse a las variaciones anatómicas internas de los dientes. (García, 2002)

La mayor parte de la literatura, coincide en que la limpieza y conformación es una etapa fundamental en la terapia endodóntica, y en que es la etapa en la que más accidentes operatorios se pueden cometer. (García, 2002)

La mayoría de los errores de procedimiento y accidentes operatorios ocurren especialmente en conductos curvos, y tiene una relación directa con la rigidez de los instrumentos endodónticos de Acero Inoxidable. Como los instrumentos de Acero Inoxidable son muy pocos flexibles, a medida que se incrementan sus calibres se tornan mas rígidos, dificultándose el recorrido de las curvaturas de los conductos. (García, 2002)

Los fabricantes han intentado resolver estos problemas mediante la introducción de diferentes variaciones en el diseño de los instrumentos:

### ***1. Instrumentos flexibles:***

Una variante de sección permitió a las limas ser más flexibles. Se reemplazó la sección cuadrangular de las limas tipo K por una sección triangular y romboidal, que le confieren mayor flexibilidad, por disminución de la masa por unidad lineal. Permiten además una mejor remoción de restos, debido en gran parte a la disminución de superficie que supone el paso de sección cuadrada a sección triangular y romboidal. (García, 2002)

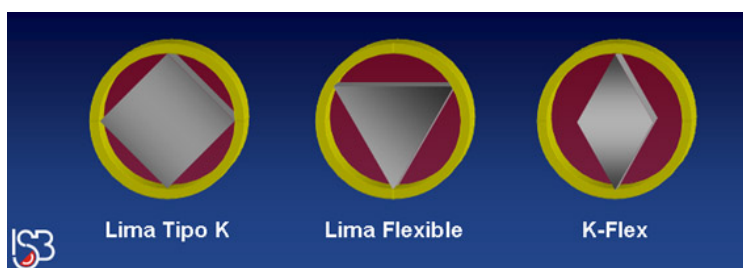


Fig.8 : Secciones de instrumentos convencionales de acero inoxidable

### ***2. Inactivación de las puntas:***

La parte activa de la punta, corresponde al llamado "ángulo de transición", que es la unión de la punta propiamente dicha con la primera espira cortante. Este ángulo, si es agudo, al apoyarse sobre las paredes de los conductos, ejerce una acción de corte, siendo esto, junto con el movimiento in/out; la causa principal del transporte de la pared externa durante la instrumentación. Si por el contrario, ese ángulo se redondea, el efecto indeseado de deformación del conducto se reduce de forma considerable. Sin embargo, la punta inactiva parece dificultar la progresión hacia apical de los instrumentos dentro del conducto, determinando un enlentecimiento de la técnica y una tendencia a producir bloqueos apicales. (García, 2002)

Para evitar este inconveniente se deben ejercer maniobras de permeabilización intraconducto cuando se utiliza este tipo de instrumento con movimiento de rotación, por ejemplo, en técnica de fuerzas balanceadas. (García, 2002)

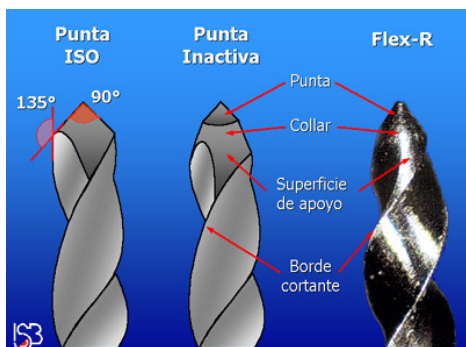


Fig.9: Angulo de transición Punta ISO e inactivación de la punta

### 3. *Números intermedios y nuevas estandarizaciones:*

Las normas ISO determinan una secuencia de instrumentos que supone un incremento del diámetro de la punta de 0,05mm entre instrumento e instrumento. Hay que tener en cuenta que estas normas ISO permiten a las casas comerciales una tolerancia de  $\pm 0,02$ mm. La tensión a que se ven sometidos los instrumentos en los calibres bajos es muy importante. Para reducirlo, algunos fabricantes han propuesto la producción de instrumentos con calibres intermedios (12, 17, 22, 27, 32 y 37, comercializadas como Golden Mediums por Maillefer). El uso de instrumentos de calibre intermedio reduce porcentualmente el salto entre instrumentos haciendo que la progresión dentro de la técnica sea más suave. Otros han sugerido dejar de lado la numeración ISO, y confeccionar instrumentos con saltos constantes en la sección de instrumento a instrumento en un 29% (Profile Series 29). (García, 2002)

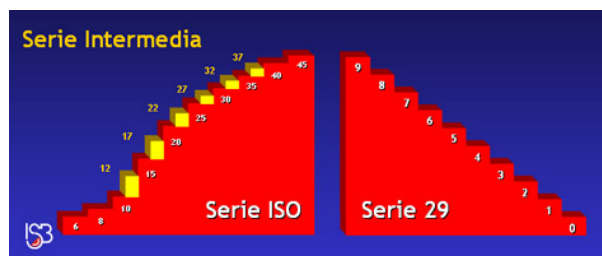


Fig.10 : Series ISO, serie intermedia y Serie 29.

### 4. *Nuevas técnicas de instrumentación*

Los endodoncistas han modificando las técnicas de instrumentación de forma tal que, a medida que se hace notable la rigidez de los instrumentos de mayor calibre, sean utilizados en las partes menos curvas y más coronarias de los conductos radiculares. Es así que la mayoría coincide en que la preparación previa del tercio coronario y medio redonda en una más fácil instrumentación del tercio apical, en una disminución de los riesgos de accidentes, en una reducción de las deformaciones apicales y una disminución de la tensión sobre el metal. (García, 2002)

### ***5. Nuevo material: Níquel-Titanio***

Los metales o aleaciones utilizadas para la fabricación de instrumentos de endodoncia merecieron escasa atención hasta la última década. El desarrollo del Níquel-Titanio en los años 60 proporcionó un nuevo metal con una potencial utilidad para el uso en ortodoncia y endodoncia. (García, 2002)

Las limas de endodoncia fueron fabricadas en acero al carbono a partir de 1901 cuando la casa Kerr introdujo al mercado la primera lima K. Muchos de los errores cometidos durante la instrumentación de los conductos radiculares, en especial en conductos curvos, están relacionados con la rigidez de este tipo de aleación de acero. Los fabricantes han intentado solucionar dichos inconvenientes a través de la creación de variaciones en el diseño de las limas, que generalmente requieren modificaciones del área de la sección transversal, del ángulo y la profundidad de las espiras cortantes, y del diseño de la punta. Hasta hace poco el empleo de los metales y aleaciones en la fabricación de instrumentos de uso endodóntico merecieron muy poca atención. (Leonardo y De Toledo, 2002)

### **FABRICACION DEL NIQUEL - TITANIO**

A pesar de que las primeras limas de NiTi fueron fabricadas a partir de alambres de ortodoncia, la composición y el procesado metalúrgicos de estas limas han sido adaptados para su utilización en endodoncia. Las fórmulas químicas específicas para el NiTi y sus técnicas de procesamiento se encuentran registradas, y se han desarrollado principalmente a través de pruebas de ensayo y error. La producción de un lingote de NiTi es compleja, y es necesario el empleo del vacío. Se emplean distintas composiciones para cada tamaño de lima, por ejemplo, fórmulas más rígidas se utilizan para los calibres más pequeños, y las más flexibles para una calibración mayor. Para lograr mantener las propiedades pseudoelásticas/superelásticas del NiTi. Podemos concluir que la composición de las aleaciones oscila entre 55% Ni y 45% Ti en peso. (Leonardo y De Toledo, 2002)

### **Instrumentos De Níquel-Titanio Con Calibre Y Conicidades Convencionales**

Los instrumentos fabricados con vástagos de níquel titanio son torneados, ya que ese metal no acepta la torsión. Poseen una resistencia considerable a la fatiga y por consiguiente son más durables que los de acero inoxidable. En condiciones normales de instrumentación, una lima de níquel titanio puede usarse unas 10 veces. Debido a las características de superelasticidad de esta aleación, las limas no pueden precurvarse como las de acero inoxidable. Tienen flexibilidad considerable (propiedad que poseen algunos cuerpos para doblarse con facilidad sin romperse). Asimismo, debido a su superelasticidad, el vástago de níquel titanio tiende a recuperar su posición original apenas deje de actuar la fuerza flexora. (Soares y Goldberg, 2002)

La fuerza de recuperación del metal es idéntica a la fuerza mínima que necesita para flexionarse. En relación a su acción dentro del conducto radicular, cuando el instrumento se curva por las condiciones anatómicas, genera una fuerza de recuperación muy baja, que no es

suficiente para superar la resistencia de la pared dentinaria. Si la resistencia de las paredes del conducto radicular es mayor que la fuerza de recuperación del instrumento utilizado, el conducto no se deformará durante la instrumentación. (Leonardo y De Toledo, 2002)

Por sus características, las limas de Níquel-Titanio son más eficaces cuando se usan con movimientos de rotación, ya sea manual (en sentido horario/antihorario) o en los sistemas mecanizados, por ejemplo, ProFile.

Si se emplean con movimientos de limado, su alta flexibilidad impide ejercer una presión adecuada sobre las paredes del conducto radicular. Esto se percibe en especial con las limas de menor calibre, como por ejemplo, nº 15 y nº 20. (Leonardo y De Toledo, 2002)

Se fabrican instrumentos de Níquel-Titanio de variados tipos:

- Escariadores.
- Limas tipo K (*Onix-R*, Moyco Union Broach *Nitiflex* o *Sureflex*, Dentsply Maillefer)
- Limas tipo H (*Mity Turbo*, JS Dental; *Hyflex X -File*, Hygenic Co.) (Soares y Goldberg, 2002)

También se fabrican con aleación de Níquel-Titanio instrumentos utilizados en técnicas mecanizadas. Asimismo hay limas de titanio, como *Microtitane*, de MicroMega, que son más flexibles que las de acero inoxidable y menos elásticas que las de Níquel-Titanio. Poseen excelente resistencia a la fractura. Se fabrican en calibres del 15 al 40 y tienen sección triangular. A causa de su alta flexibilidad, como las de Níquel-Titanio, es difícil ejercer presión contra las paredes del conducto radicular al traccionar el instrumento. (Leonardo y De Toledo, 2002)

La aleación de Níquel-Titanio ofrece una superelasticidad, término utilizado para caracterizar la propiedad de ciertas aleaciones metálicas al retornar a su forma original, después de librarse de una acción (fuerza) de deformación. Las aleaciones de Níquel-Titanio, cuando son sometidas a la deformación de hasta 10%, pueden retornar a su forma normal, siendo, por lo tanto, recuperables; mientras las limas de acero inoxidable solamente retornan a su estado inicial cuando la deformación no es superior al 1 %. (Leonardo y De Toledo, 2002)

Por su mayor flexibilidad y guía de penetración no agresiva, los instrumentos de Níquel-Titanio facilitan la preparación de conductos con curvatura moderada, reducen la posibilidad de transportación y evitan la formación de escalones y perforaciones. (Leonardo y De Toledo, 2002)

La deformación plástica de una aleación se caracteriza por su capacidad de sufrir deformaciones permanentes, sin alcanzar la ruptura. Esta propiedad permite evaluar la capacidad de trabajo mecánico que el material podría soportar, conservando, no obstante, su integridad física. Según Sattappan y cols. (2000), la inspección visual de un instrumento de Níquel-Titanio usado no es un método seguro de evaluación, pues la fractura puede ocurrir sin defectos visibles de deformación permanente. (Sattappan y cols, 2000)

La aleación de Níquel-Titanio posee en su composición dos fases cristalinas. Cuando una lima, fabricada con ese tipo de aleación, está en reposo, ésta se encuentra en la fase de

*austenita*, y cuando está en movimiento rotatorio, presenta una deformación conocida como *martensita*, propia de las aleaciones superelásticas, las cuales son susceptibles a la fractura o a la deformación. (Leonardo y De Toledo, 2002)

## INSTRUMENTACIÓN MECANIZADA

Hace mucho que los endodoncistas y la industria dental están preocupados por la creación de un sistema que facilite y acelere la preparación mecánica de los conductos radiculares. (Leonardo y De Toledo, 2002)

Desde la década del 60 la práctica endodóntica dispone de contraángulos para la instrumentación mecanizada; entre ellos pueden mencionarse el Giromatic (MicroMega, Suiza) y el Racer (W & H, Austria). Con estos aparatos se empleaban limas de acero inoxidable y siempre permanecían latentes los peligros de fractura del instrumento, de creación de falsas vías y aún de perforación de la raíz. (Leonardo y De Toledo, 2002)

Con ulterioridad a esos métodos de instrumentación adquirieron notoriedad los aparatos de acción vibratoria. Así, a partir de 1980, aparecen en el comercio odontológico diferentes sistemas de instrumentación sónica y ultrasónica. (Leonardo y De Toledo, 2002)

Con el advenimiento de los instrumentos fabricados en Níquel-Titanio, de gran flexibilidad, nuevos diseños y punta inactiva, resurgió la instrumentación mecanizada, con el empleo de contraángulos con movimiento de rotación completo o recíproco, velocidad reducida y torque controlado. (Leonardo y De Toledo, 2002)

Los instrumentos poseen una vida útil especificada por cada fabricante, en términos del número de veces que pueden emplearse. Para evitar que se fracturen, deben descartarse al llegar a ese límite. (Leonardo y De Toledo, 2002)

La fractura de instrumentos endodónticos rotatorios de Níquel-Titanio puede ocurrir en dos formas: *fractura por torsión y por fatiga de flexión*. La fractura por torsión ocurre cuando la punta de la lima o cualquier parte del instrumento se prende en el conducto radicular, mientras su eje continúa en rotación. En esta situación, se sobrepasa el límite de elasticidad del metal (instrumento), llevando el mismo a una deformación plástica como también a la fractura. Otro tipo de fractura está causado por el stress y por la propia fatiga del metal, resultando en una fractura de flexión. Con este tipo de fractura, el instrumento gira libremente en un conducto acentuadamente curvo, pero en la misma longitud de trabajo; de esta manera, en la curva el instrumento dobla y ocurre la fractura, siendo este hecho considerado de elevada importancia en relación con la fractura de los instrumentos de Níquel-Titanio. (Leonardo y De Toledo, 2002)

Así, en conductos radiculares con curvaturas acentuadas y bruscas, bifurcaciones, curvas en forma de "S", estos instrumentos deben evitarse para reducir las fracturas, así como el sobre uso de los mismos. (Leonardo y De Toledo, 2002)

Si se utiliza un elevado torque, pasando el límite máximo de resistencia del instrumento (límite de fractura), la probabilidad que ocurra un accidente operatorio es elevada. Por otro lado, la fractura puede ocurrir también por debajo del límite de resistencia del instrumento. La posible solución para ese problema es utilizar motores de bajo torque, en los que se puede ajustar éste por debajo del límite de elasticidad para cada instrumento. (Martin y cols, 2003)

### **Parámetros que inciden en la fractura de instrumentos rotatorios NiTi:**

(Machtou, 2004)

- Velocidad de rotación
- Fuerza Vertical (Presión)
- Efecto de la rotación en:
  - Acción de corte
  - Deformación
  - Eliminación de detritus
  - Taper lock
- Torque
- Anatomía del canal radicular
  - Aberraciones
  - Dureza del tejido
- Instrumento
  - Sección
  - Diseño
  - Angulo helicoidal
  - Nuevo o usado
  - Parte activa
  - Calor-fricción
- Otros
  - Lubricantes
  - Químicos (agentes)

Clínicamente la fatiga de un instrumento se define como el grado de flexión del instrumento cuando es usado en un canal curvo. Cuando la curvatura del canal es pronunciada la fatiga cíclica del instrumento es alta y su vida media se acorta (Pruett y cols, 1997)

En el caso específico de la Endodoncia, cuando se acciona la unidad eléctrica a través del motor, se libera una cantidad de energía en forma de movimiento rotatorio (instrumento). Algunos aparatos como el EASY ENDO, TRI- AUTO ZX, o ART TECNICA de la Dentsply Maillefer y el DRILLER (ENDOPLUS), controlan automáticamente el torque, según la masa del propio instrumento, impidiendo que éste alcance su límite máximo de resistencia y se fracture. (Leonardo y De Toledo, 2002)

Actualmente, los sistemas ofrecen limas de gran conicidad y mayores diámetros, (0,12/0,10/0, 08mm) que eliminan inicialmente la constricción dentaria cervical, permitiendo que las limas de menor conicidad penetren, a continuación, sin obstáculos, hacia apical.

En conductos muy finos, todas las técnicas de instrumentación mecanizada requieren una instrumentación manual previa, creadora de un espacio que posibilite la introducción del instrumento de accionamiento mecánico. Este procedimiento permite utilizarlo con mayor seguridad. (Leonardo y De Toledo, 2002)

Antes de iniciarse en el uso clínico de las técnicas mecanizadas es imprescindible realizar un intenso entrenamiento in vitro, con el objetivo de familiarizarse con ellas.

Los sistemas de instrumentación mecanizada pueden agruparse en: (Leonardo y De Toledo, 2002)

1. Rotatorios: M4, ProFile, LightSpeed, Quantec, etc.
2. Mixtos: Canal Fihder System.
3. Vibratorios: sónicos (M 1500, Excalibur, etc.) y ultrasónicos (Endosonic, Enac, Piezon Master 401, etc.).

## CARACTERISTICAS DEL DISEÑO DEL INSTRUMENTAL ROTATORIO DE NITI

La calidad de la preparación biomecánica esta determinada por diferencias en el diseño del instrumento, es así como se describe: (Leonardo y De Toledo, 2002)

### Superficie radial o guía lateral de penetración (Radial Land):

Los instrumentos que preceden a los de sistemas rotatorios poseen un ángulo de corte que impide que estos giren cuando son presionados hacia el ápice. Para solucionar este problema, los instrumentos rotatorios fabricados con Níquel-Titanio presentan áreas de contacto desbastadas. De esta forma, se creó lo que se llama en inglés el Radial Land.

El radial land proporciona un plano de contacto del instrumento con la pared del conducto radicular, pudiendo traducirse al español como "Superficie Radial" o "Guía Lateral de Penetración". Se define como un área plana localizada directamente por detrás de la hoja de corte.

Este plano de contacto impide que el instrumento se imbrique en las paredes del conducto radicular cuando se presiona el mismo hacia el ápice. Permite que al girar el instrumento en el conducto, este se deslice por las paredes dentinarias, proporcionando una función de ensanchamiento y no de limaje, concurriendo para un menor riesgo de fractura.

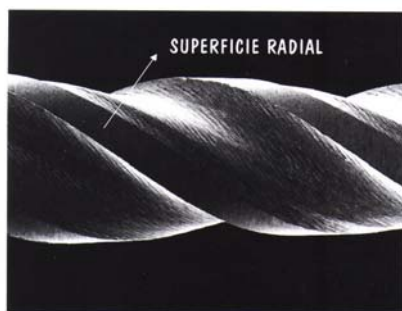


Fig. 11: superficie radial en lima K3 vista en MEB. (100X)

### Angulo de corte o ángulo de incidencia de la hoja de corte:

Los ángulos de corte se determinan dibujando una línea transversal al centro de la lima y determinando el ángulo relativo a ésta. Los ángulos de corte negativo raspan la dentina, los excesivamente positivos la arañan y pueden llevar al enclavamiento de la lima. El ángulo de corte ideal, es ligeramente positivo.

Los ángulos de corte positivo son mas eficientes en el corte que los negativos o los neutros, en estos últimos se requiere mucha más energía para cortar dentina.

El surgimiento de la superficie radial hace que el ángulo de corte de estos instrumentos sea levemente negativo, haciendo que el desgaste no sea tan intenso. La compensación en la pérdida del poder de corte se hace por el aumento de la velocidad que los instrumentos rotatorios realizan. (Leonardo y De Toledo, 2002)



Fig.12: Ángulo de corte y correspondencia con secciones de instrumentos

Angulo helicoidal:

El ángulo helicoidal está formado en relación con la línea transversal del eje largo del instrumento.

Permite la remoción de los residuos y canalización adicional gracias a su diseño único de estrías variables, dado que el grado de conicidad se incrementa desde la punta hasta el mango.

Cuando mayor es el ángulo helicoidal, más rápido es el desgaste de la dentina, manteniendo la misma velocidad. Con un ángulo helicoidal pequeño y con una misma velocidad, el instrumento deberá actuar más tiempo para tener la misma eficacia de desgaste, cuando este ángulo es mayor a  $45^\circ$ , el riesgo de que el instrumento se imbrique en las pares es mayor facilitando la fractura. El ángulo helicoidal de los instrumentos rotatorios es de  $35^\circ$  aproximadamente, que es una graduación que compensa velocidad con efectividad. Los instrumentos más nuevos presentan ángulo helicoidal variable, donde en el comienzo de la punta activa este ángulo es de  $25^\circ$  y próximo a D2 este ángulo varía hasta  $35^\circ$ . De esta manera, el comienzo de la punta activa, que es delgado y fracturable, la eficacia de corte es menor y consecuentemente con mayor riesgo de fractura. (Leonardo y De Toledo, 2002)

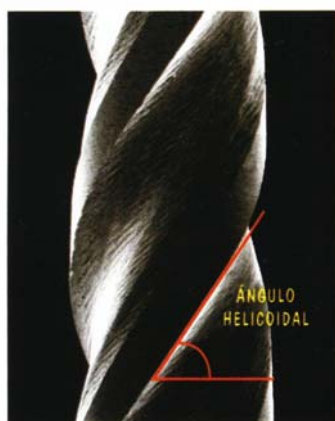


Fig.13 : Angulo helicoidal en lima K3 vista en MEB.

Alivio de la superficie radial:

Esta representado por la inserción de la superficie de ataque. Algunos instrumentos rotatorios poseen un alivio observado a través de la sección transversal. Este alivio permite un área menor de contacto con la dentina, disminuyendo la fricción. (Leonardo y De Toledo, 2002)

Conicidad variable:

Los instrumentos manuales estandarizados poseen una conicidad constante, equivalente a 0,02mm por milímetro de longitud de su parte activa. Esta conicidad equivale a la media de las conicidades de los conductos radiculares de dientes de humanos. El término conicidad se expresa en inglés por la palabra Taper y representa la medida de aumento del diámetro de la parte activa. Teóricamente esta conicidad facilitaría la instrumentación, no obstante, esto no ocurre clínicamente. Ejemplificando, en un conducto radicular atrésico, generalmente la primera lima que alcanza la Longitud Real de Trabajo (L.R.T) es una de pequeño calibre, como la lima tipo K 10, que alcanza la LRT, ajustándose en todas las paredes del conducto radicular. En el momento de aplicar el movimiento de rotación en ese instrumento, hay un riesgo de fractura del mismo, ya que toda su superficie activa está "abrazada" a las paredes dentinarias. En los instrumentos rotatorios, el principio básico fue fabricar los mismos instrumentos con conicidad diferentes, lo que revolucionó la técnica endodóntica. Así, se encuentran en el comercio especializado instrumentos rotatorios con conicidades 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.08, 0.10 y 0.12mm (Leonardo y De Toledo, 2002)

La fabricación de instrumentos con diferentes conicidades cambió el concepto de la instrumentación de conductos radiculares, particularmente los atrésicos y curvos. Como consecuencia de esa mayor conicidad, solamente una porción de la parte activa del instrumento (plano de contacto) entra en contacto con la pared dentinaria. Esta mayor conicidad proporciona un desgaste más efectivo del conducto radicular por acción de ensanchamiento, con menor riesgo de fractura (Leonardo y De Toledo, 2002)

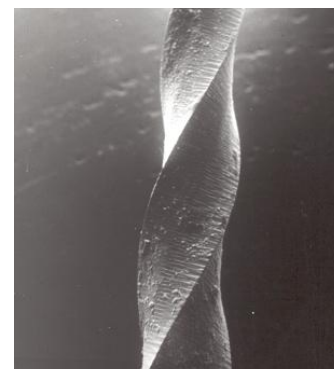


Fig.14 : Conicidad variable en lima ProTaper.

Distribución de la masa metálica:

La sección transversal de algunos instrumentos no es homogénea. Tal hecho permite que el instrumento se "acomode" en el conducto radicular distribuyendo mejor las fuerzas aplicadas en la dentina y/o que el propio recibe. Este es otro hecho que, además de permitir el desgaste de todas las extensiones de las paredes dentinarias, reduce el riesgo de fractura. (Leonardo y De Toledo, 2002)

### Diseño de punta

La mayoría de los instrumentos poseen punta inactiva, de esta manera el ángulo de transición entre la punta y el cuerpo del instrumento es grande y difícilmente el instrumento se desvía del trayecto original del conducto radicular anatómico. (Leonardo y De Toledo, 2002)

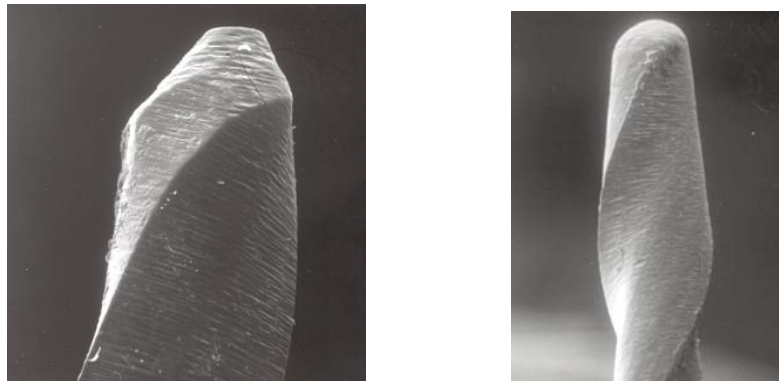


Fig.15: Diseño de la punta Lima F1 sistema ProTaper y Lima 4/25 Niti-TEE

### Área de escape:

Los instrumentos de Níquel-Titanio accionados a motor ofrecen a través de su sección transversal surcos y/o ranuras que actúan como áreas de escape, estos espacios sirven para recibir las limallas dentinarias, consecuentes de la instrumentación del conducto radicular y llevarlos hacia coronal para ser eliminados del conducto. (Leonardo y De Toledo, 2002)

### Acabado superficial:

La ausencia de un pulido físico o químico superficial presenta áreas de desgaste irregular, que facilita la fractura del instrumento. (Leonardo y De Toledo, 2002)

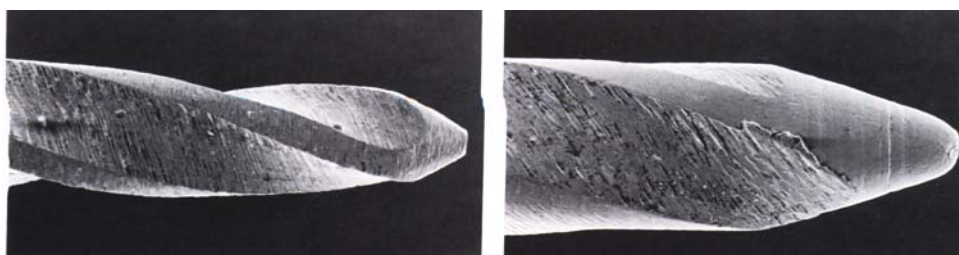


Fig.16: Instrumentos NiTi donde se observa el deficiente acabado superficial

## **PBM CON SISTEMAS ROTATORIOS**

Según P. Machtou los instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio pueden clasificarse en dos generaciones, los que presentan Taper continuo en la misma serie o entre instrumentos y los que presentan Taper variable y progresivo en el mismo instrumento.

Hoy en día existen tres formas de preparar conductos con instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio usando la técnica de Crown Down:

### **A. Emplear instrumentos con la misma conicidad**

Los instrumentos más grandes preparan el camino para los más pequeños. La punta del instrumento es más activa y realizando varias secuencias, se consigue una buena preparación.

El inconveniente de usar un instrumento con la misma conicidad, en continua rotación, es que tiende a enroscarse hacia la parte apical, bloqueándose y rompiéndose. Por eso, hay que usar los instrumentos más grandes primero, para que los siguientes, más finos, tengan menos contacto con el conducto. Este método es efectivo, pero requiere de cuatro a cinco recapitulaciones para preparar el conducto con una conicidad adecuada, especialmente en casos difíciles. (Caimi y cols, 2003)

### **B. Emplear instrumentos con diferente conicidad**

Se usan de mayor a menor conicidad reduciendo el área de contacto del instrumento con las paredes del conducto y se mueve hacia el ápice fácilmente, utilizando la punta del instrumento como guía. Las conicidades de estos instrumentos van de 0.6 a 0.12, permitiendo una preparación que facilita la acción de la solución irrigante en zonas apicales, reduciéndose la salida de irritantes a través del foramen apical. (Caimi y cols, 2003)

### **C. Una combinación de las dos formas anteriores.**

Son instrumentos con conicidad variable y con diámetros en la punta también variables. Diseñadas por los doctores Clifford Ruddle, John West y Pierre Machtou. Estas nuevas limas son las ProTaper. (Caimi y cols, 2003)

### **Recomendaciones de uso**

Sea cual sea el tipo de instrumento que usemos para realizar nuestros tratamientos, deberemos seguir unas pautas de utilización, así como unas recomendaciones obligatorias para el correcto aprendizaje y para disminuir los posibles errores, así como también realizar entrenamiento previo para adquirir la destreza necesaria para su utilización.

1. Siempre se utilizarán los instrumentos de mayor a menor grosor, ya sea de mayor a menor conicidad o de mayor a menor diámetro, realizando la técnica corono-apical (Crown-Down), dejando que sea la propia lima la que trabaje pasivamente y cada vez más profundo hacia el ápice. (Glide path) (Lozano, 2002)

2. Equipamiento adecuado. Debemos usar un contra ángulo que permita obtener una velocidad constante entre 150-300 rpm., independientemente de la fuerza que ejerzamos al pedal. Otro factor importante es el torque, que debemos controlar para que sea adecuado a cada tipo de instrumento, grosor, conicidad y zona del conducto donde lo utilizemos. (Lozano, 2002)

3. Acceso recto. Antes de introducir cualquier lima rotatoria de Níquel-Titanio debemos dar una forma adecuada a la apertura de la cámara del diente, así como dar una forma de conveniencia a la entrada de los orificios para que los instrumentos accedan de forma recta al conducto. (Lozano, 2002)

4. Debemos tener conocimiento de la anatomía del sistema de conductos del diente a tratar. Para ello estudiaremos radiografías preoperatorias desde diferentes ángulos y así obtener información de la dirección, anchura, longitud, curvatura, etc., de los conductos. También la introducción previa de limas K manuales finas (08, 10 15) nos permite verificar que el conducto es permeable y percibir las posibles variaciones e interferencias de los conductos.

5. Nunca forzar ni presionar las limas rotatorias si encontramos resistencia. En este caso debemos irrigar el conducto, pasar una lima K manual y tras limpiar las estrías de la lima rotatoria volver a introducirla en el conducto facilitando su avance (Lozano, 2002)

6. Los instrumentos rotatorios de NiTi se usan ejerciendo una acción de vaivén con movimiento continuo y constante, entrando y saliendo del conducto siempre en movimiento. Los diferentes movimientos de vaivén serán cortos, de aproximadamente 3 a 4mm cada vez. (Lozano, 2002)

7. Usar cada instrumento entre 5 a 10 segundos cada vez, sacándolo posteriormente para limpiar las estrías, para irrigar el conducto y comprobar la permeabilidad del mismo. Si se usa durante más tiempo podemos producir fatiga en el instrumento y su posterior fractura. (Lozano, 2002)

8. Siempre usar irrigación abundante y constante para facilitar el trabajo de los instrumentos; y para realizar la limpieza del conducto. Es recomendable irrigar cada vez que se cambie de lima para eliminar los restos que puedan estar en el interior del conducto. (Lozano, 2002)

9. Limpiar los instrumentos después de cada uso. Si se usa una lima rotatoria de NiTi con las estrías llenas de restos, impediremos que el instrumento ejerza su acción de corte facilitando la fractura del mismo. (Lozano, 2002)

10. Cada vez que saquemos una lima del conducto y después de limpiarla debemos observarla detenidamente para verificar que está en perfectas condiciones para su uso posterior, ya que a veces pueden estar rotas o deformadas. Los instrumentos rotatorios de NiTi se suelen romper sin previo aviso por lo que ante la más mínima duda de que una lima presenta algún defecto mejor desecharla y utilizar una nueva. (Lozano, 2002)

11. Según los fabricantes, se deben desechar las limas tras un uso. No hay una regla que determine en cuántos conductos se pueden utilizar los instrumentos antes de que se fracturen. Lo ideal sería clasificar los conductos a tratar en fáciles, medianos y difíciles y tener secuencias de instrumentos para cada tipo de conducto, y por lo tanto las limas usadas en conductos difíciles, estrechos y curvos, se cambian antes que las usadas en los fáciles, ya que han sufrido mayor fatiga y tienen más posibilidad de fracturarse. (Lozano, 2002)

12. Establecer y mantener permeabilidad apical (patency). Este concepto es muy importante para evitar que restos de dentina puedan quedar en los dos últimos milímetros apicales y bloquear el conducto con lo que la longitud de trabajo disminuirá quedando así una parte de conducto, que es la más crítica, sin limpiar. Para evitar esto debemos mantener el foramen apical permeable para que exista comunicación entre el conducto y el periápice. Se debe pasar una lima fina, 08 o 10, un cuarto o medio milímetro a través del foramen limpiando los restos que pueden bloquear el conducto. (Lozano, 2002)

13. Es importante que antes de usar estas limas en pacientes practiquemos en cubos de metacrilato y en dientes extraídos para familiarizarse con el uso, la secuencia y los problemas que puedan aparecer. (Lozano, 2002)

**Semejanzas entre los sistemas rotatorios:** (Espinoza y Villarroel, 2003)

En la actualidad se dispone de infinidad de instrumentos, y aunque todos los sistemas difieren en diseño, tienen semejanzas básicas entre sí:

- Todos los sistemas deben utilizar velocidad constante para evitar fracturas por estrés.
- La conductometría se realiza de forma manual con una lima nº 10 ó 15 antes de emplear el sistema, pero después de la preparación de los 2/3 coronarios.
- Irrigación abundante durante la instrumentación.
- Nunca ejercer demasiada presión apical.
- Usar movimiento, corono-apical, suave y metódico.
- No usar el mismo instrumento dentro del conducto por más de 10 segundos.
- Usar en motor con control de velocidad
- Usar torque ligero, siempre introducir y sacar el instrumento rotando, para evitar fracturas. .
- Todos utilizan la técnica Crown-Down.

**Limitaciones de uso** (Lozano, 2002)

Los instrumentos rotatorios de NiTi no se pueden usar siempre y en todos los conductos. A continuación se presentan las situaciones donde se pueden presentar problemas con estas limas.

1. Cuando se tiene un conducto que se bifurca.
2. Si tenemos dos conductos que posteriormente confluyen.

3. Ante la presencia de escalones producidos por otros instrumentos dentro del conducto.
4. En conductos muy elípticos (se trabaja como dos conductos).
5. Cuando observamos un conducto con una curvatura severa y brusca (de radio corto).
6. Ante una apertura limitada de la boca

Hay muchos factores que influyen en la fractura de las limas rotatorias de NiTi. La velocidad de rotación por lo general no es considerado como significativa en la fractura de los instrumentos (Pruett et al 1997). Otros estudios muestran que la velocidad del instrumento se relaciona con la fractura (Gobel et al 1999, Dietz et al 2000) y esto se explica por el contacto existente contra las paredes del canal lo que causa un stress que lleva a la fractura. Martin y col (2003) afirman que las limas usadas a 150- 250rpm son menos fracturadas que aquellas usadas a 350rpm.

Según Haikel y col (1999) el Taper no debe ser considerado como un factor significativo en la ruptura del instrumental.

Se ha confirmado que la preparación del canal con instrumentos mecánicos de NiTi en operadores inexpertos, mantiene mejor la curvatura del canal que la preparación con instrumental manual. Así también la formación de zips y escalones fueron encontrados con menos frecuencia en canales instrumentados mecánicamente. El transporte del canal fue encontrado en menos cantidad en instrumental rotatorio, la discrepancia fue atribuida a la flexibilidad del NiTi. (Sonntag y col, 2003)

Gambarini demostró que usando un motor de control de torque bajo se reduce la fatiga clínica de los instrumentales rotatorios de NiTi más que usando un control de torque alto.(Gambarini y cols, 2002)

## SISTEMA NiTi-TEE

Es un sistema de limas rotatorias cónicas de Niquel-Titanio para tratamientos de Endodoncia más rápidos y más fáciles. Diseñadas por el Dr. Fredrik Erhardt en el año 2002. El set consiste en:

- 1 K-Finder
- 2 NiTi-TEE Coronal Shapers: lima K adaptada
- 5 NiTi-TEE limas: único con el perfil "S", adaptado hacia preparaciones automatizadas.



Fig. 17: Set completo de limas NiTi- TEE

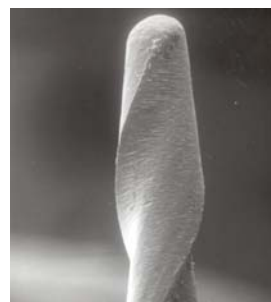


Fig.18 : MEB Punta de lima NiTi.-TEE 4/25 aumento 80X

### Características del diseño

- aleación de NiTi atornillado
- Ángulo Helicoidal continuo
- canales de corte dobles, en ángulo de 90°
- máxima capacidad de corte, gracias a los canales dobles y a la resistencia superior de la aleación de NiTi
- extrema flexibilidad gracias al núcleo cilíndrico y a la aleación de NiTi
- capacidad de desplazamiento de restos superior, debido al diseño en espiral, con canales dobles que aumentan sucesivamente en profundidad y longitud desde la punta hasta el mango.
- diseño especial de la punta para mayor seguridad, punta roma de 90°
- Sección transversal en S
- Longitudes: la Lima nº 12/30 mide 17mm, Todas las demás miden 23mm.

Conicidad	con anillo delgado	ISO con anillo grueso
	12 negro	30 azul
	8 azul	30 azul
	6 rojo	30 azul
	4 amarillo	30 azul
	4 amarillo	25 rojo
	4 amarillo	20 amarillo
	2 blanco	20 amarillo

Tabla 1: Secuencia de sistema NiTi- TEE, correspondencia de colores

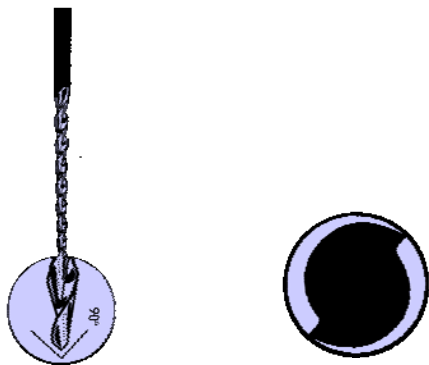


Fig.19: Sección transversal Limas NiTi-TEE y punta con angulación de 90°



Fig.20: MEB Cuerpo de lima NiTi-TEE 4/25 80X

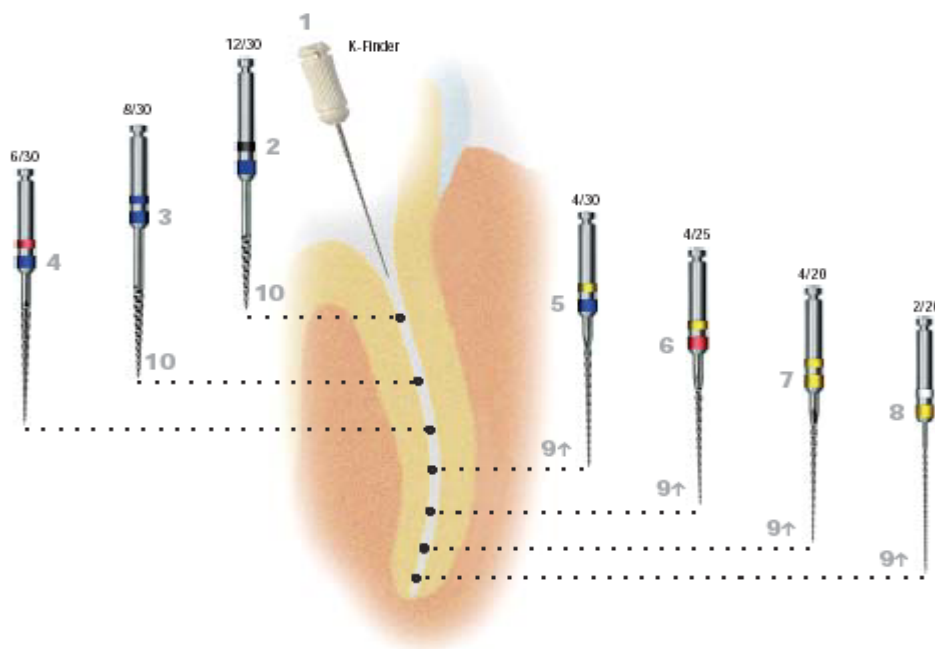


Fig. 21: Esquema de la secuencia de uso propuesta por el fabricante

### Secuencia propuesta por el fabricante:

- Método de Crown Down
  - **Encuentro del canal:** -Se realiza con una lima manual “K Finder” a una longitud aproximada de 2/3 del conducto (1).
  - **Preparación coronal inicial:** -Abrir el tercio coronario con NiTi-TEE n° 12/30 (2).  
-Continuar con la NiTi-TEE 8/30 hasta alcanzar aproximadamente la mitad de la longitud del conducto (3).

-Calcular la longitud de trabajo.

- **Preparación de la sección media:** Con movimientos suaves de pumping sin forzar los instrumentos dentro del conducto.
  - Continuar apicalmente con NiTi-TEE n° 6/30 (4).
  - Luego NiTi-TEE n° 4/30 (5).
  - Luego NiTi-TEE n° 4/25 (6).
  - Continuar con NiTi-TEE 4/20 si la longitud de trabajo no ha sido alcanzada (7).
  - Utilizar NiTi-TEE n° 2/20 si es necesario (8).Repasar los pasos 4 al 8 si la longitud de trabajo no ha sido alcanzada inicialmente.

Importante controlar la longitud de trabajo con la lima manual K Finder entre el uso de cada una de las limas NiTi-TEE.
- **Preparación apical:** Se realiza comenzando con instrumentos delgados. Comienza con el último instrumento usado en la preparación, a longitud de trabajo hasta alcanzar el instrumento NiTi-TEE 4/25 o 4/30 según el conducto. Para aumentar la dimensión apical se continua ensanchando con instrumentos de conicidad 2.
- **Preparación final:** Se realiza con las NiTi-TEE n° 12/30 y 8/30. Se trabaja hasta alcanzar 2/3 de la longitud de trabajo (10).

## SISTEMA PROTAPER

El sistema ProTaper fue diseñado por los doctores Clifford Ruddle, John West y Pierre Machtou y presentado por la firma Dentsply/Maillefer en el año 2001. Al ser fabricadas en Níquel-Titanio, están recomendadas para conductos curvos, finos y calcificados que puedan presentar concavidades y otras dificultades anatómicas. (Ruddle, 2001)

El sistema ProTaper está formado por seis instrumentos de los cuales tres son para la preparación corono apical del conducto: SX, S1 y S2; y tres para el acabado de la zona apical: F1, F2 y F3.



Fig.22: Esquema de limo ProTaper, se aprecia la conicidad progresiva en el instrumento

Presentan conicidad o Taper variable y progresiva, con espirales más separados uno de otros a medida que se acercan al mango del instrumento, presentan una sección en forma de triángulo equilátero con los lados convexos, lo que hace que corten más que las limas en forma de U, reduciendo así el área de contacto entre la lima y las paredes de la dentina. La punta del instrumento es definida como parcialmente activa. (Ruddle, 2001)

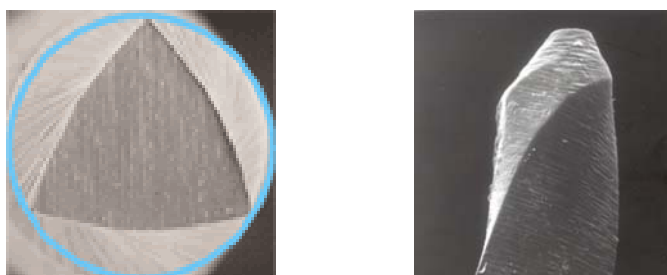


Fig. 23 y 24: MEB Sección transversal y punta de limo ProTaper, aumento 100X

### Limas S

Las limas S aumentan su conicidad a partir de D0, su objetivo es crear una preparación corono apical con un Taper progresivo y continuo desde la entrada del conducto hasta la porción apical de éste.

*Lima SX*: mide 19mm con un segmento cortante de 14mm. El calibre en D1 es de 0.19mm y la conicidad es del 3.5%, ésta va aumentando progresivamente hasta el punto D9 donde es del 19% con un calibre de 1.09mm, luego la conicidad se mantiene constante en un 2% hasta el punto D14 donde el calibre es de 1.19mm.



Fig.25: Esquema Lima SX , mostrando conicidad y calibre del instrumento

*Lima S1*: tiene en D1 una conicidad del 2% y un calibre de 0.17mm, la conicidad y el calibre aumentan progresivamente hacia el mango hasta ser en el punto D14 del 11% y de 1.19mm respectivamente.

*Lima S2*: tiene en D1 una conicidad del 4% y un calibre de 0.20mm; la conicidad y el calibre aumenta de forma similar a S1 de modo que en el punto D14 la conicidad es del 11.5% y el calibre es de 1.19mm.

S1 y S2 tienen una longitud de 21mm o 25mm, con un segmento cortante de 14mm.



Fig.26: Esquema Lima S1 y S2 , mostrando conicidad y calibre del instrumento

### **Limas F:**

Las limas F se caracterizan, por el contrario, por tener su mayor conicidad en la punta, disminuyendo esta ligeramente en dirección hacia el mango.

*Lima F1*: tiene en D1 una conicidad del 7% y un calibre de 0.20mm, en D14 una conicidad de 5.5%, calibre próximo a 1.2mm.

*Lima F2*: Presenta en D1 una conicidad del 8% y 0.25mm de calibre, en D14 una conicidad de 5,5% y un calibre de 1.2mm.

*Lima F3*: con una conicidad del 9% en D1 y 0.30mm de calibre. En D14 la conicidad es del 5% para F3, con un calibre de 1.2mm.



Fig.27: Esquema Lima F1-3, mostrando conicidad y calibre del instrumento

Con esto podemos preparar conductos complicados con cuatro o seis limas como máximo en función del calibre apical que se desee alcanzar. Con las S se crea una conicidad progresiva corono apical alcanzando un calibre de 0.20mm y una conicidad del 4% en D1. Con la F1 se incrementa la conicidad hasta un 7% y se mantiene el mismo calibre. Con F2 se aumenta hasta 8% y el calibre es de 0.25mm y con la F3 del 9% y 0.30mm respectivamente.

### Secuencia Propuesta por el Fabricante:

#### *Conductos radiculares medianos o largos:*

1. La cavidad de acceso deberá ser sin obstrucciones, facilitando la entrada en línea recta a los conductos.
2. Localizar y permeabilizar los conductos con limas manuales K 10 y 15, ayudados de abundante irrigación, confirmar la permeabilidad del foramen.
3. Comenzar con la lima S1 aplicando una ligera presión en dirección apical y hasta encontrar resistencia o hasta los  $\frac{3}{4}$  del largo estimado del conducto.
4. Cambiar a la lima SX, utilizando movimiento de cepillado hacia las paredes hasta conseguir la conicidad deseada con movimientos anticurvatura.
5. Se confirma la permeabilidad del conducto y se determina la longitud de trabajo.
6. Iniciar nuevamente la instrumentación con la lima S1, si no se consigue la longitud de trabajo, recapitular sucesivamente con la lima SX y la S1, hasta que se consiga.
7. Irrigar abundantemente, utilizar lima S2 hasta la longitud de trabajo
8. Usar lima F1, la cual prepara el conducto en toda su longitud logrando un calibre apical de 20 y una conicidad del 7%. Se usan las limas F2 y F3 si el foramen tiene un diámetro mayor a 20.
9. Irrigación abundante y secado del conducto.

*Conductos radiculares cortos:*

1. Permeabilizar el conducto y el foramen apical con limas manuales e irrigar abundantemente
2. Conformación con la lima SX hasta sentir resistencia o hasta los  $\frac{3}{4}$  del largo de la longitud de trabajo.
3. Recapitular con limas K manuales, confirmar la permeabilidad del foramen.
4. Conductometría.
5. Conformación del conducto con la lima SX, llegando hasta la longitud de trabajo.
6. Conformar el conducto con la lima de acabado F1 hasta la longitud de trabajo y calibrar el foramen que puede ser del N° 20, si el tamaño del foramen es mayor de N° 20 se puede terminar con la F2 o con la F3.

Con este sistema se consigue con bastante facilidad conductos con una adecuada y progresiva conicidad desde la cámara hasta la zona apical.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Comparar la calidad de la preparación biomecánica en conductos radiculares de premolares inferiores unirradiculados usando dos sistemas rotatorios de Níquel-Titanio que poseen diferente diseño (ProTaper v/s Niti-Tee)

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Conocer y practicar nuevas técnicas de instrumentación rotatoria.
- Evaluar el comportamiento clínico de los sistemas.
- Describir la superficie dejada después de la instrumentación utilizando los sistemas ProTaper y NiTi-TEE
- Comparar la superficie dejada después de la instrumentación utilizando los sistemas ProTaper v/s NiTi-TEE en los distintos tercios.
- Determinar si existe mantención de la conformación original del conducto radicular al utilizar los sistemas ProTaper y NiTi-TEE.

## **Hipótesis:**

*“En la preparación biomecánica los instrumentos del sistema rotatorio NiTi-TEE mantienen la conformación original del conducto en mayor grado y otorgan una limpieza mas eficiente del canal que el sistema Pro Taper”*

## MATERIALES Y METODOS

El siguiente estudio de tipo **comparativo, in vitro y experimental**, consistió en comparar dos instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio en la preparación biomecánica de conductos aparentemente curvos.

Las variables a investigar son de dos tipos:

- Variable independiente: instrumento rotatorio utilizado ( ProTaper ó NiTi-TEE)
- Variables dependientes:
  - calidad de la instrumentación, entendiéndose por **calidad** a la cantidad de detritus encontrado en el interior del conducto radicular posterior a la instrumentación y a la mantención de la conformación original del conducto radicular

La cantidad de detritus fue evaluada en tres áreas por medio de una escala numérica confeccionada por Hülsmann y col. 1997.

La mantención de la conformación original del conducto fue verificada por medio del Software AutoCAD 2002 español.

### Universo

El **universo** se constituyó con 50 premolares inferiores extraídos, seleccionados según los siguientes criterios de inclusión:

1. Unirradiculados
2. Aparentemente con conducto único, previa evaluación radiográfica.
3. Con conducto único, previa evaluación clínica
4. Buen estado corono- radicular. Los dientes que presentaban algún tipo de destrucción coronaria fueron previamente restaurados con composite.

Se prefirió trabajar solamente en unirradiculados puesto que se facilitaría su estudio radiográfico en los dos sentidos del espacio: mesio-distal y vestíbulo- palatino, lo que se hubiese dificultado en dientes bi o trirradiculados por la superposición de imágenes entre las distintas raíces y conductos. Para obtener un punto de referencia estable las coronas debían presentarse en buen estado clínico para así simular la dificultad de acceso propia de la anatomía

La totalidad de los dientes recolectados, fueron montados en acrílico transparente de autocurado, previo sellado del ápice con cera rosada y envaselinados en su superficie, obteniéndose cuerpos de prueba mediante el vaciado del acrílico en estado líquido, en cubetas para hielo (Ilko), para de esta manera obtener una estandarización, facilitando la veracidad de la investigación. Se esperó que el acrílico llegase a un estado plástico-gomoso y se insertó cada diente en el interior, cuidando el colocarlos lo más centrados posible, quedando su raíz totalmente incluida en la masa de acrílico pero su corona anatómica libre. Para minimizar la

contracción de polimerización del acrílico, los cubos fueron sumergidos en agua fría por alrededor de 30 minutos, obteniéndose cubos con estabilidad dimensional en el tiempo y que además permitan una fácil desinserción del diente, pero ofreciendo a la vez cierta resistencia.



Fig 28. Materiales de confección de cuerpos de prueba



Fig 29.- Universo en estudio

Para examinar clínicamente la presencia de conducto único se realizó la apertura coronaria; se utilizaron piedras diamantadas redondas medianas (ISO 801-012) de alta velocidad, bajo refrigeración acuosa en esmalte, y fresa redonda de carbide (ISO 001-008) mediana en dentina, lo que nos permitió un adecuado acceso. Con una fresa troncocónica de carbide (ISO 171 006) se regularizó la entrada al conducto radicular.



Fig. 30 : Composite para reconstrucción de la corona



Fig.31: Apertura con fresa redonda de alta velocidad

A continuación se procedió a la limpieza y permeabilización del conducto radicular utilizando suero fisiológico y extirpadores pulpaes adecuados al tamaño del conducto observado en la radiografía, para remover de esta manera los restos pulpaes remanentes del interior.



Fig.32 : Exploración del conducto radicular con lima K 15

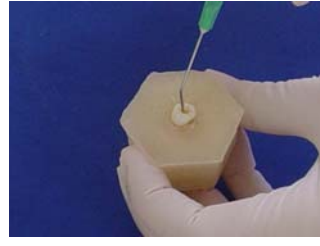


Fig.33: Irrigación con suero fisiológico

Para obtener la longitud de trabajo (LT) se introdujo una lima K n° 15 hasta que fuese visible su punta en el ápice por simple inspección visual, se fijó un punto de referencia (cúspide palatina) con ayuda de un tope de silicona y se procedió a la medición con una regla metálica milimetrada. Esta medida corresponde a la longitud real (LR) del diente por lo tanto:  $LT = LR - 1mm$

Posteriormente se evaluó el grado de curvatura tomando una radiografía la cual fue estandarizada mediante el uso de un paralelizador radiográfico para dientes anteriores, quedando la película radiográfica a 20cm del cono. Se utilizaron películas periapicales convencionales (Kodak DF-58 Ultra Speed) y un equipo de rayos X dental, facilitado por la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, utilizando una intensidad de 75 kilovolts. Cada cuerpo de prueba fue radiografiado en sentido vestíbulo palatino quedando la cúspide palatina hacia la película y mesio distalmente, quedando la cúspide lingual hacia la derecha de la radiografía.



Fig. 34.: Estandarización de radiografías



Fig. 35.: Radiografía obtenida en sentido VP

Una vez obtenida la radiografía de estudio se aplicó el método de Schneider utilizando para esto una transparencia y dibujando con plumón permanente de 0.3mm rojo, una línea a lo largo del eje mayor de la porción coronal del conducto radicular y una línea verde a lo largo del eje mayor de la porción apical del conducto. El universo se redujo a 30 dientes que presentaban curvaturas entre 6°-25° clasificándose este rango como curvatura moderada.

La elección de premolares con curvatura moderada fue basada en que estos se encontraban en mayor cantidad en el universo y también porque los sistemas rotatorios de Níquel-Titanio han sido diseñados para ser utilizados en dientes con este grado de curvatura ya que el grado de transportación es menor. Además la probabilidad de encontrar conductos únicos en primeros premolares inferiores es de 70% y en Segundos premolares es de 97,5%

Además los dientes seleccionados deben poseer una longitud máxima de 23mm que permitan ser instrumentados con los sistemas rotatorios en estudio.

### **Muestra:**

Una vez obtenida la muestra de 30 dientes, fue dividida de manera aleatoria en dos grupos:

- Grupo A: 15 dientes, que serán instrumentados con el sistema rotatorio ProTaper (Maillefer)
- Grupo B: 15 dientes, que serán instrumentados con el sistema rotatorio NiTi- TEE (Sendoline)

A partir de este momento el procedimiento fue realizado por un solo operador, el que fue seleccionado de un entrenamiento previo en dientes montados para este objetivo.

Cada grupo fue instrumentado con los sistemas rotatorios a estudiar, según la técnica propuesta por el fabricante. Los sets de limas fueron utilizados en un máximo de 3 dientes.

Para trabajar tanto con el sistema Protaper como NiTi-TEE se utilizó un micromotor Tecnika (Dentsply- Maillefer) con reducción de velocidad y control de torque.



Fig.36 : Micromotor Tecnika (Dentsply- Maillefer)



Fig.37 : Instrumental Sistema ProTaper



Fig. 38: Instrumental Sistema NiTi- TEE



Fig.39: Instrumentación del conducto radicular

Como irrigante durante la instrumentación se utilizó 5ml de Hipoclorito de Sodio al 5% después de cada instrumento, con una jeringa desechable con aguja hipodérmica G30, la cual se introdujo lo más profundo dentro del conducto evitando su bloqueo. Se utilizó este irrigante por ser el que posee mejores propiedades antibacterianas y de disolución de tejidos orgánicos (Spangberg y cols. 1973, Turkun&Cengiz.1997).

Para la lubricación de los sistemas rotatorios se usó Glyde (Dentsply), aplicándolo en los tres primeros instrumentos y como irrigante final 5ml de suero.



Fig. 40 : Irrigación utilizada



Fig.41 : Secado con motas de algodón y conos de papel

Inmediatamente se colocó al interior del conducto conos de papel estéril del Taper correspondiente para secarlo y se procedió a sellar la apertura con composite para evitar la contaminación del canal.



Fig.42 : Sellado con composite posterior a la instrumentación

Después de realizada la Preparación biomecánica en ambos grupos se tomó una nueva radiografía, en ambos sentidos, lo que nos permitió evaluar si existió algún cambio en la conformación original del conducto, para esto utilizamos el software Autocad 2002

Para obtener la visión computacional la totalidad de las radiografías fueron fotografiadas con una cámara digital, servicio realizado en el laboratorio fotográfico de la Escuela de Odontología. Para su estandarización se colocó cada radiografía pre instrumentación con su correspondiente post instrumentación y se sometieron a la igualación de tamaño y pixelado en el programa Paint para Windows XP. Cada pareja fue analizada en el software Autocad 2002 en español, trazándose cuatro líneas perpendiculares al eje axial en cada diente a modo de referencia. En cada una de las líneas se estableció el punto medio y se procedió a la unión de los cuatro puntos. Para las radiografías pre instrumentación la línea trazada fue de color rojo y para la post instrumentación de color verde. A través del programa fue posible la superposición de ambas líneas y fue medida la distancia entre estos dos ejes en los puntos previamente señalados:

- A nivel del LAC
- A nivel medio
- A nivel de la curvatura
- A 1.5mm del foramen

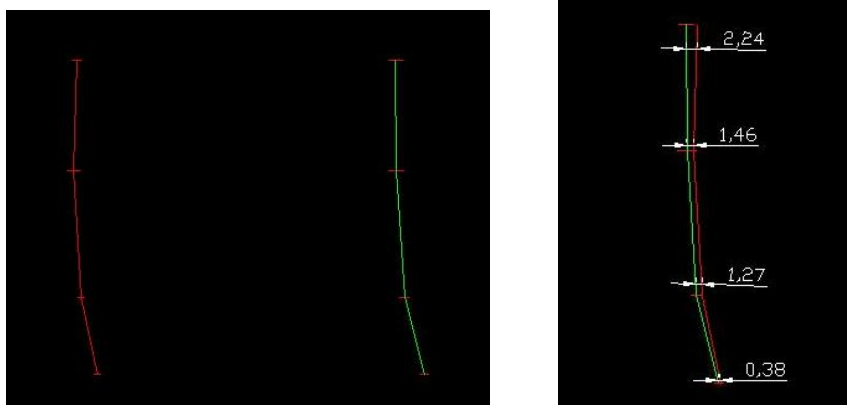


Fig.43: Análisis con Autocad 2002, línea roja corresponde al conducto pre instrumentación y la verde al conducto post instrumentación

Para cumplir el segundo objetivo de nuestra investigación los dientes fueron desmotados y almacenados en cápsulas petri estériles, y luego sometidos a cortes los que se realizaron trazando un surco guía corono apical en sentido mesio distal con un disco de carburundum, montado en pieza de mano.

Posteriormente, fueron fracturados con ayuda de una espátula de cemento. Se seleccionó uno de los dos fragmentos, previa observación al microscopio óptico con un aumento de 10X, para comprobar la integridad del canal radicular.

Las muestras fueron fijadas a un porta muestras metálico por medio de un adhesivo en base a grafito, e introducidos a un horno a 50 °C por 5 minutos para su secado, a continuación se llevan a un metalizador Edwards modelo 5150 Sputter Coater para la orificación de la muestra, cubriéndose ésta de una capa de 450 Å. Este proceso es necesario para producir la conducción de electrones en la superficie de la muestra y así ser observado en el MEB (Marca ETEC Corporation, Modelo Autoscan), perteneciente a la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción.



Fig. 44: Metalizado de las muestras previo a observación en el MEB

Cada fragmento fue observado en tres puntos previamente definidos por los investigadores:

- A nivel del límite amelo-cementario (LAC)
- A nivel medio
- A 1.5mm del ápice.

A nivel del LAC el aumento utilizado fue de 160X para así apreciar una mayor área de este segmento basándonos en un estudio previo de E. Schafer & M. Vlassis (2004) En los otros dos puntos de observación al aumento fue de 320X para observar además de los detritus, la textura superficial que podría dejar el instrumental.



Fig. 45, 46 y 47 .: Microscopio electrónico de Barrido y montaje de los cortes en portaobjeto

Finalmente se obtuvieron 90 microfotografías, las que fueron clasificadas según un estudio realizado por Hülsmann y col. (1997):

- Detritus (chips de dentina, remanente de pulpa y pequeñas partículas en el canal)
  - Score 1: paredes canal limpio, solo pocas partículas de detritus.
  - Score 2: pocas y pequeñas aglomeraciones
  - Score 3: muchas conglomeraciones, menos del 50% de las paredes del conducto cubiertas
  - Score 4: más del 50% de las paredes del conducto cubiertas
  - Score 5: canal completamente cubierto de detritus.

Los datos fueron tabulados en una planilla de calculo Excel para Windows 2003 y analizados para observar si las diferencias eran significativas mediante el programa estadístico SPSS para Windows versión 11.5. Las diferencias de las variables proporcionales entre los dos grupos fueron analizadas mediante el test t de Student y las diferencias entre los distintos puntajes correspondientes a variables ordinales entre los dos grupos mediante el test de U Mann-Whitney. En ambos casos el nivel de significancia se fijó para aquellos valores de  $p < 0.05$

## RESULTADOS

**Objetivo:** Describir la superficie dejada después de la instrumentación utilizando los sistemas Protaper y NiTi-TEE

Del total de la muestra finalmente fue posible observar en MEB 29 dientes debido a un error en el proceso de corte.

### Límite Amelo- Cementario ( LAC) Sistema ProTaper

En el 40% de las fotografías observadas a este nivel existe más de un 50% de las paredes del conducto cubiertas con chips de dentina sueltas, distribuidas de manera irregular, encontrándose sectores limpios donde se evidencia la superficie tratada por el instrumento.

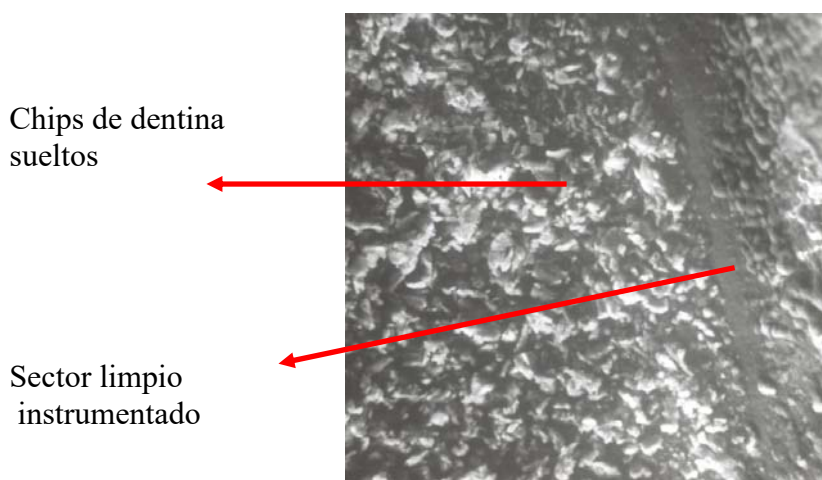


Fig.48: Microfotografía Tercio Coronal, sistema ProTaper (160 X)

### Límite Amelo- Cementario ( LAC) sistema NiTi-TEE

En el 53.84% de las fotografías observadas en este nivel, se evidencia más del 50% de las paredes del conducto cubiertas con chips de dentina suelta distribuidas de manera irregular. También fue posible observar en algunas microfotografías tras la superficie dejada por el instrumento la presencia clara de túbulos dentinarios abiertos.

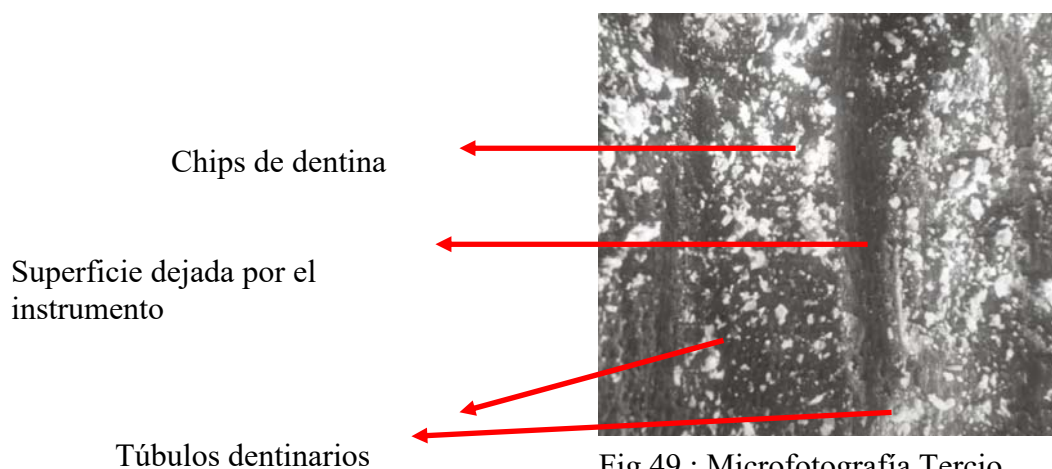


Fig.49 : Microfotografía Tercio Coronal, sistema NiTi-TEE (160X)

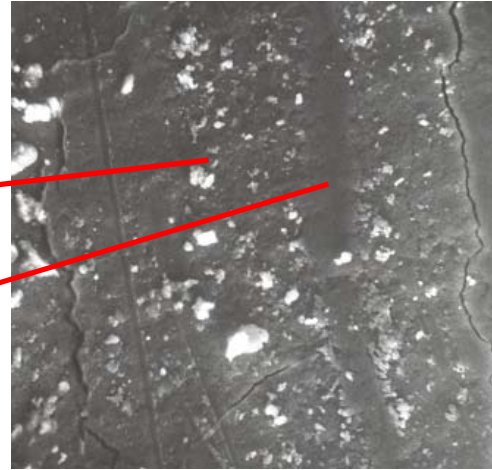
Sector medio Sistema ProTaper

Las fotografías principalmente se encuentran distribuidas en dos grupos, alcanzando el 33.3% en cada una de ellas. Pudiendo observarse una superficie limpia con pocas partículas de dentina sueltas, distinguiéndose la impronta de la parte activa del instrumento sobre la pared del conducto.

En el segundo grupo se observan grandes aglomeraciones de dentina y restos pulpares cubriendo más del 50% de las paredes.

Chips de dentina sueltos

Superficie limpia



Aglomeración de dentina

Restos pulpares

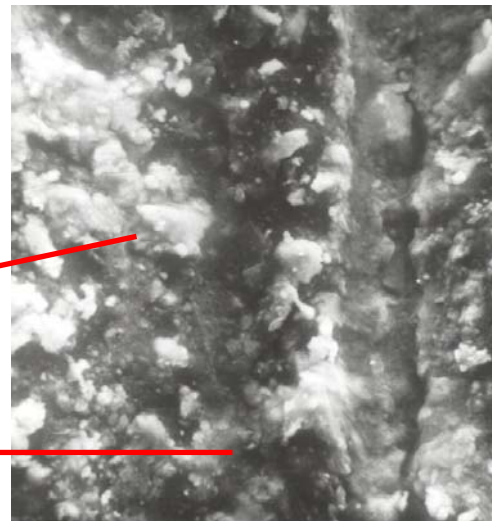


Fig.50 : Microfotografía Tercio Medio, sistema Protaper (320X)

Sector medio Sistema NiTi-TEE

Se observa un 38.46% de las fotografías a este nivel con pocas partículas dentinarias sueltas sobre una superficie limpia en la cual se observan túbulos dentinarios y la huella dejada por el paso del instrumento.

En un 30.76% de las fotografías, además de chips dentinarios se observan zonas no instrumentadas con partículas adheridas a las paredes del conducto, siendo fácilmente diferenciadas del primer tipo de partícula por su forma y distribución.

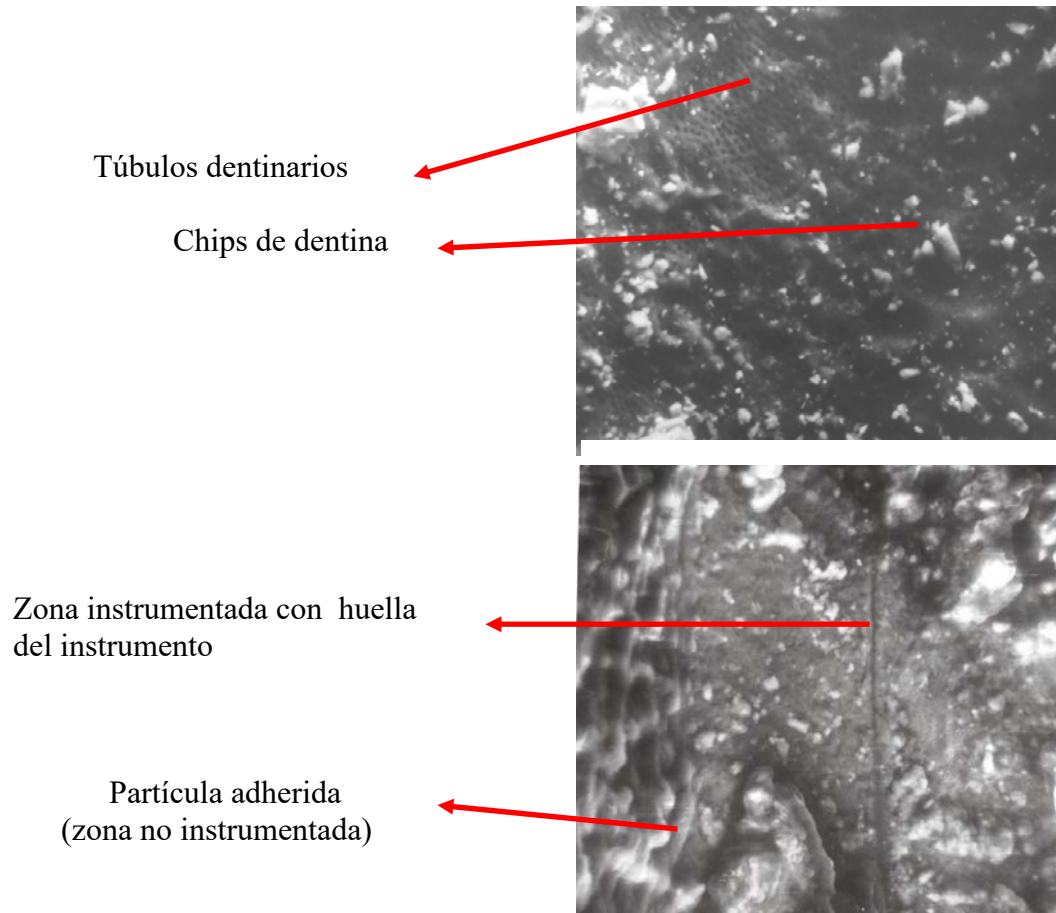


Fig.51: Microfotografía Tercio Medio, sistema NiTi-TEE(320X)

Sector apical Sistema ProTaper

En un 40% de la muestra se observa más del 50% de las paredes del conducto cubiertas por detritus, distinguiéndose claras zonas no instrumentadas con partículas adheridas y restos pulpares. La cantidad de partículas sueltas descritas en las otras áreas es considerablemente menor.

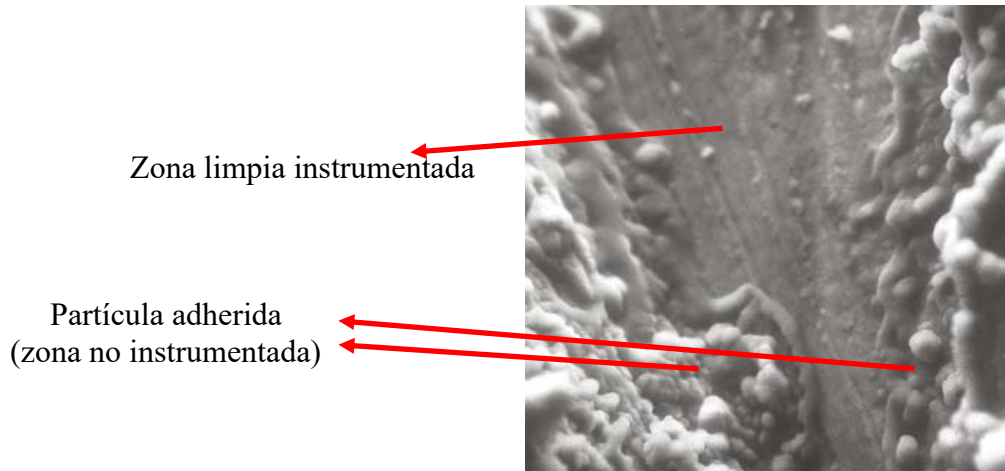


Fig 52. Microfotografía Tercio Apical, sistema Protaper (320X)

Sector apical Sistema NiTi-TEE

El 35.71% de las fotografías no alcanzan el 50% de las paredes del conducto cubiertas por detritus y se observa claramente la acción del instrumento. En algunas fotografías es posible apreciar túbulos dentinarios abiertos en una superficie limpia. La mayor cantidad de partícula encontrada corresponde a chips de dentina sueltos distribuidos de manera irregular.

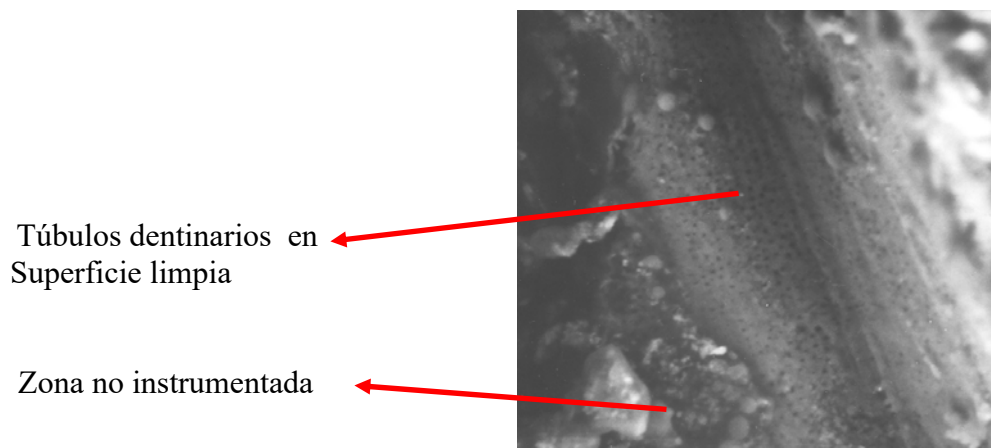


Fig.53: Microfotografía Tercio Apical, sistema NiTi-TEE (320X)

**Objetivo:** Comparar la superficie dejada después de la instrumentación utilizando los sistemas Protaper v/s NiTi-TEE en los distintos tercios.

	SCORE CORONAL					SCORE MEDIO					SCORE APICAL				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<b>PROTAPER</b>	1	0	3	6	5	5	0	3	5	2	0	2	3	6	4
<b>NITI-TEE</b>	1	1	2	7	2	1	5	1	2	4	3	2	5	2	2

Tabla nº 2 resumen de Score encontrados según clasificación de Hülsmann (1997)

Al aplicar el test de Mann- Whitney U se obtuvieron los siguientes valores de p:

	Coronal	Medio	Apical
<i>p</i> Valor	0,404	0,525	0,051

Tabla nº 3 valores de *p* para cada tercio

Por lo tanto, no se encontró diferencias significativas entre ambos instrumentos en ninguno de los tercios en estudio.

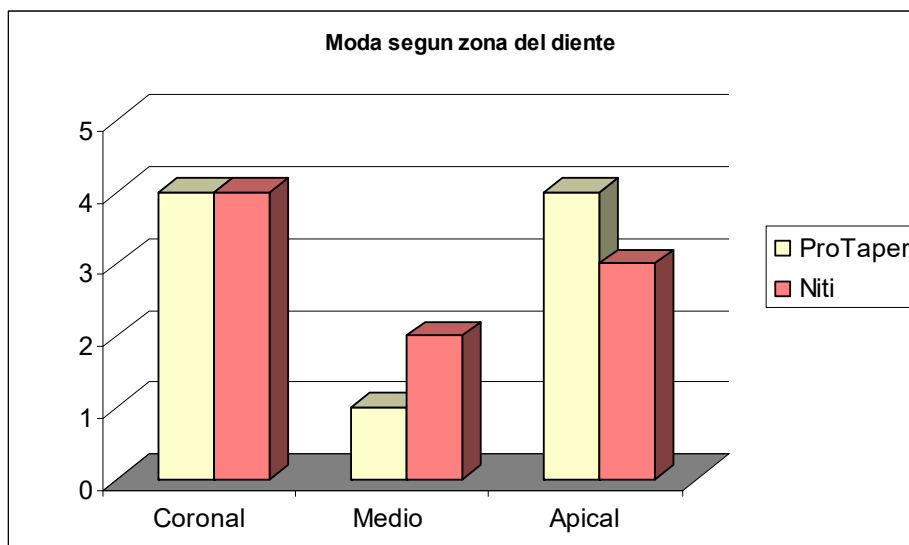


Gráfico nº:1 Moda del score por zona del diente, según instrumento

En base al gráfico, el tercio medio se observa más limpio seguido por el tercio apical y coronal.

**Objetivo:** *Determinar si existe mantención de la conformación original del conducto radicular al utilizar los sistemas ProTaper y NiTi-TEE.*

Sentido Vestíbulo-Palatino	Razón	p valor
LAC	P>0.05	0.246
Medio	P>0.05	0.658
Curva	P>0.05	0.729
Apical	P>0.05	0.829

Tabla nº 4 Valores de *p* encontrados en los distintos tercios en sentido vestíbulo palatino

Las diferencias en cuanto a la mantención de la conformación original del conducto en sentido vestíbulo palatino no fue significativa al aplicar el test *t*-student

Sentido Mesio- distal	Razón	p valor
LAC	P>0.05	0.992
Medio	P>0.05	0.574
Curva	P>0.05	0.452
Apical	P>0.05	0.565

Tabla nº 5 valores de *p* encontrados en los distintos tercios en sentido mesio distal

Las diferencias en cuanto a la mantención de la conformación original del conducto en sentido mesio distal no fue significativa al aplicar el test *t*-student

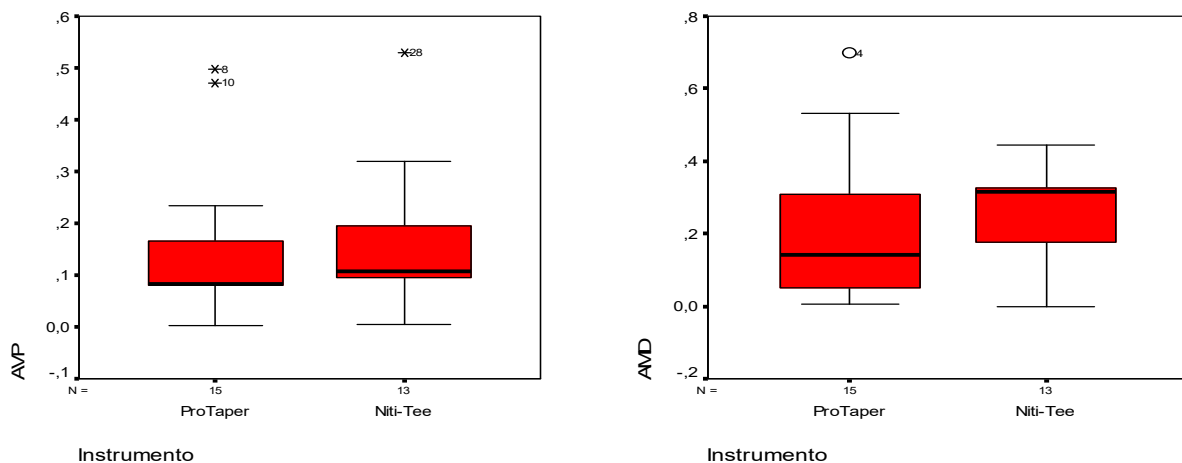


Grafico n º6 comparación de la mantención de la forma en el sector apical en ambos sentidos del espacio.



## DISCUSION

El sistema rotatorio de Níquel-Titanio ProTaper (Dentsply- Maillefer) se introdujo al mercado odontológico en el año 2001 incorporando dos nuevos conceptos, una variación de la conicidad dentro del mismo instrumento y una innovación en la sección transversal en comparación a los instrumentos utilizados hasta ese momento. Estos conceptos buscan disminuir el número de instrumentos por set y reducir la superficie de contacto, pero al mismo tiempo otorgar una gran eficiencia de corte.

Por su parte Sendoline, busca incorporar el uso habitual en la práctica endodóntica de un nuevo sistema rotatorio de Níquel Titanio, NiTi-TEE, con una capacidad de remoción de restos superior debido a su diseño con canales dobles, que aumenta sucesivamente en profundidad y longitud desde la punta hasta el mango.

No existen estudios previos acerca del comportamiento clínico, ni ensayos in vitro, en relación a este último instrumento, por lo tanto, estudios que comparen ambos sistemas tampoco han sido reportados.

Gracias a su diseño los instrumentos endodónticos de Níquel-Titanio pueden reducir la dificultad de instrumentación en conductos curvos al ser comparados con limas de acero inoxidable. Varios sistemas han sido desarrollados con el objetivo de aumentar la resistencia a la fractura de los instrumentos y simplificar y acortar la secuencia de trabajo.

En cuanto al comportamiento clínico existieron diferencias entre estos sistemas, presentando mayor facilidad de uso en operadores inexpertos el sistema ProTaper debido a que las limas de conformación (SX, S1, S2) permiten alcanzar la longitud de trabajo asegurando un buen acceso, protegiendo de este modo la porción apical. El diseño en espiral que poseen las limas NiTi-TEE llevan al operador inexperto al rápido embotamiento del instrumento, y debido a que existe una mayor superficie de contacto por el taper continuo del mismo se produce un atrapamiento de éste en las paredes del conducto radicular provocando su desplazamiento hacia el sector apical. Esto se puede atribuir al diseño del sistema que posee una conicidad constante con hojas paralelas lo que se traduce en un ángulo helicoidal continuo que genera una gran tendencia a atornillar.

Ambos instrumentos fueron utilizados según las indicaciones del fabricante, siendo necesarias un mayor número de recapitulaciones para alcanzar la longitud de trabajo en el sistema ProTaper, una vez lograda, las limas de terminación fueron utilizadas rápidamente. Sin embargo en el estudio de Veltri y cols. (2004) afirman que las limas ProTaper introducen el concepto de Taper múltiple, lo que aplicado a áreas específicas del conducto resulta en la reducción del número de recapitulaciones necesarias para llegar a longitud de trabajo. El sistema NiTi-TEE no requiere de recapitulaciones debido al incremento progresivo del Taper entre los instrumentos del set, lo que lleva a una menor utilización de cada instrumento para alcanzar la longitud de trabajo.

La presentación comercial varía entre ambos sistemas, NiTi-TEE posee una longitud única de 23mm; el sistema ProTaper, en cambio se encuentra disponible en dos formatos de 23 y 25mm lo que permite abarcar dientes de una mayor longitud.

De las 120 radiografías obtenidas para el análisis de la conformación original del conducto, dos correspondientes al sentido mesio distal del sistema NiTi-TEE fueron desechadas debido a que carecían de la densidad necesaria para ser sometidas al análisis computacional.

Se han reportado estudios que comparan la eficiencia del instrumental de acero inoxidable versus el instrumental tanto rotatorio como manual de Níquel-Titanio. Deplaza y cols. (2001) señalan la presencia de una menor transportación del conducto radicular al utilizar instrumentos manuales o rotatorios de Níquel-Titanio. Los instrumentos de Níquel-Titanio independientes el diseño del instrumental muestran un mejor centrado y menos transportación apical que los de acero inoxidable. El instrumental de Níquel-Titanio rotatorio y manual mantiene la forma original del conducto en curvaturas que varían entre 20° y 30° comparados con instrumental de acero inoxidable

Al comparar la eficiencia de los dos sistemas en estudio para mantener la conformación original del conducto no difieren de los descritos en la literatura al utilizar sistemas rotatorios de Níquel-Titanio produciendo similares resultados con mínima transportación y pérdida de la longitud de trabajo (Knowles y cols 1996; Thompson y Dummer 1997, 1998, 2000; Bryant y col 1998; Hülsmann 1997; Hülsmann y col 2003, Versümer y col 2002; Iqbal y cols 2003), encontrándose en los sistemas **ProTaper y NiTi-TEE** resultados similares en cuanto a transportación medida en cuatro niveles del conducto radicular. La conformación original del canal en dientes con curvatura moderada, entre 10° y 25°, se mantuvo sin existir diferencias significativas entre ambos grupos al análisis estadístico.

Según el estudio de Iqbal y cols. (2004) al instrumentar con Profile y ProTaper no existen diferencias estadísticamente significativas entre el radio de la curvatura y la transportación, por lo tanto, ambos sistemas son comparables en su habilidad de conformación del conducto radicular produciendo una mínima transportación. Esto coincide con lo expuesto por Yun y cols. (2003) quienes al estudiar los sistemas rotatorios ProTaper, Profile, GT Rotary y Quantec mostraron solo un pequeño cambio en lo que se refiere a la curvatura del canal, por lo tanto, ellos pueden ser utilizados indistintamente para mantener la conformación original del conducto. Peters y cols. (2003) concluye que el sistema rotatorio ProTaper está indicado porque mantiene de mejor forma la anatomía original en conductos calificados como estrechos y curvos

Las 30 muestras fueron sometidas al corte para la observación al MEB, perdiéndose en este proceso una de ellas (Grupo B). La conformación del conducto radicular de dos de las muestras impidió el correcto metalizado de la superficie interna del conducto, descartándose dos microfotografías del sector coronal y dos del sector medio correspondiente al sistema NiTi-TEE.

Uno de los más importantes objetivos durante la PBM es la remoción de los restos vitales o necróticos del tejido pulpar, dentina infectada y detritus para eliminar los microorganismos del sistema de canales radiculares.

Los detritus pueden ocupar parte del espacio del canal radicular y afectar la calidad de la obturación. (Wu y cols. 2001). Algunos autores (Hülsmann y cols. 2001; Grandini y cols 2002; Lim y cols 2003) se refieren al uso del EDTA ya que es importante en la remoción efectiva y limpieza de las paredes del canal después de la PBM con instrumentos de Níquel-Titanio. En nuestro estudio fue utilizado como lubricante Glyde File Prep (Dentsply), esto debe ser considerado en el análisis de la limpieza de los dos instrumentos evaluados.

La habilidad de limpieza de los instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio está relacionada con la presencia de una zona o superficie radial, quien produce un plano de acción en las paredes del conducto provocando una mayor cantidad de detritus en comparación a los instrumentos con un ángulo de corte positivo.

Peters y cols (2001) afirman que aproximadamente el 35% de las superficies de los canales no son preparados con las técnicas que indica el fabricante para la utilización de instrumentos rotatorios de NiTi, a su vez Hülsmann y cols. 2003 detectaron áreas instrumentadas y sin instrumentar al ser observadas al MEB. Lo que concuerda con lo descrito al observar las microfotografías obtenidas en el presente estudio, donde se distinguen áreas con partículas adheridas (zonas sin instrumentar) y otras con chips dentinarios sueltos correspondientes al accionar del instrumento.

En el presente estudio se encontró que la porción media fue la mejor instrumentada observándose una menor cantidad de detritus en ambos instrumentos seguidos de la porción apical y coronal, sin observarse diferencias estadísticamente significativas en los tercios entre los instrumentos. Schäfer y Vlassis (2004) concluyen al trabajar con los sistemas ProTaper y RaCe que el tercio apical fue menos limpios que el tercio medio y coronal en ambos sistemas. Esta observación está de acuerdo con otros estudios (Wu y Wesselink 1995; Hülsmann y cols. 1997, 2001, 2003; Schäfer y Zapke 2000; Gambarini y Laszkiewicz 2002)

La menor eficiencia en la limpieza apical puede ser atribuida a la irrigación utilizada, lo cual es crucial para una buena desinfección y remoción de detritus del sistema de canales radiculares o bien a que las limas de terminación de ambos sistemas equivalen a una lima convencional calibre 25 o 30 (para evitar de esta forma la transportación del foramen y evitar extruir el material de obturación), cuando en la mayoría de los casos es necesario un calibre mayor para asegurar una mejor limpieza mecánica del área. Por su parte, a nivel coronal la cantidad de detritus encontrado podría deberse a una inadecuada instrumentación debido a la forma generalmente elíptica del conducto en esta zona lo que hace necesario, en la mayoría de los casos, el uso de una técnica circunferencial, no indicada por el fabricante.

## CONCLUSIONES

Una vez finalizada la investigación y en base a los resultados obtenidos podemos concluir:

- Ninguno de los instrumentos presenta mayor complejidad al ser utilizado por un operador inexperto, sin embargo ProTaper asegura un buen acceso a la porción apical con mayor facilidad que el sistema NiTi-TEE, a su vez NiTi-TEE ofrece una reducción del tiempo de preparación del canal radicular ya que disminuye la cantidad de recapitulaciones.
- El grado de remoción de detritus al utilizar ambos sistemas rotatorios de Níquel-Titanio es similar, pudiendo ser utilizado indistintamente según las preferencias personales del endodoncista.
- A la observación de las microfotografías queda en evidencia que la instrumentación no se realiza de manera homogénea encontrándose áreas instrumentadas y limpias, áreas instrumentadas con detritus y áreas sin instrumentar, por lo tanto debemos considerar la anatomía propia de cada conducto y si es necesario modificar la técnica recomendada por el fabricante para así abarcar una mayor cantidad de áreas.
- No hay diferencias significativas entre ambos instrumentos en cuanto a la mantención de la conformación original del conducto, siendo eficientes al ser utilizados para la realización de la PBM.
- ProTaper y NiTi-TEE están indicados para conductos radiculares estrechos y con curvatura moderada (10-25°) ya que no presentan dificultades en su accionar ni fractura del instrumento al ser utilizados siguiendo las recomendaciones del fabricante, incluyendo un material de lubricación (Glyde) además de Hipoclorito de Sodio al 2,5%.
- Para terminar, podemos rechazar la hipótesis planteada en esta investigación, ya que el sistema NiTi-TEE no es superior a ProTaper en la mantención de la conformación original del conducto ni otorga una limpieza más eficiente del canal que el sistema ProTaper

## SUGERENCIAS

- El sistema NiTi-TEE posee una presentación comercial, permitiendo abarcar solo parte de la casuística del sector posterior, limitando el uso a nivel de premolares y dientes anteriores con una longitud mayor a 23mm, sugerimos al fabricante ampliar la longitud de este instrumental.
- Con el objetivo de aprovechar al máximo las cualidades del sistema NiTi-TEE, sería necesario la especificación, por parte del fabricante, del nivel de torque, las revoluciones por minuto (rpm) y la reducción de velocidad que se debe utilizar para un óptimo funcionamiento del sistema.
- Para estudios posteriores sería interesante la observación del Smear Layer presente en la superficie del conducto para evaluar de mejor manera el grado de limpieza.
- Recomendamos realizar un estudio en el que no solo se analice el grado de limpieza del conducto, sino también el acabado superficial de los instrumentos utilizados durante la PBM.

## RESUMEN

El presente estudio in Vitro busca comparar la preparación biomecánica en conductos radiculares con curvatura moderada, según el método de Schneider, al utilizar dos instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio presentes en el mercado que poseen distintos diseños ( Sistema ProTaper y NiTi-TEE). Para esto se trabajó con una muestra de 30 premolares inferiores unirradiculados los cuales fueron divididos en dos grupos, se tomaron radiografías pre y post instrumentación en sentido vestíbulo palatino y mesio distal para analizar la mantención de la forma del conducto. Se sometieron a corte dentario y fueron preparados para la observación en MEB para el análisis de detritus. Los resultados fueron analizados con el test  $t$  – student para la mantención de la configuración original del conducto y con el test Mann- Whitney U para la limpieza de la preparación, fijándose un nivel de significancia de  $p < 0.05$ . Se concluyó que ambos sistemas mantienen la conformación original del conducto radicular, no existen diferencias significativas entre ambos y que la porción media del conducto se encontró con un mayor grado de limpieza en comparación a la porción apical y coronal sin ser significativas las diferencias entre ambos grupos en estudio.

## BIBLIOGRAFIA

Apuntes Cátedra \*\*\*

Barzuna, M Instrumentación con Sistemas Rotatorios versus Instrumentación Convencional en Endodoncia consultado [05/2004] disponible en: [http://www.dentalaccocr.com/es/noticias/a\\_cientificos/art02\\_rotat\\_conv/hoja001.html](http://www.dentalaccocr.com/es/noticias/a_cientificos/art02_rotat_conv/hoja001.html)

Beer, R; Michale, A; Sygcuk, K (1998) Atlas de Endodoncia editorial Mason Pag. 55, 142-143

Bezares, A; Cortes, F (2000) Capacidad de adaptación de las paredes dentinarias utilizando dos técnicas de obturación radicular: Thermafill y Ultrafill. Seminario de Tesis, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Chile.

Bryant, ST; Thompson, SA; Al-Omari, MAO; Dummer, PHM (1998a) Shaping ability of Profile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root Canals. Part 1. *International Endodontics Journal* 31: 275-281

Bryant, ST; Thompson, SA; Al-Omari, MAO; Dummer, PHM (1998 b) Shaping ability of Profile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root Canals. Part 2. *International Endodontics Journal* 31: 282-289

Caimi, P; Cueto, R, Molina, A (2003) Evaluación in Vitro de tres preparaciones comerciales de EDTA, en combinación con NaOCl en la remoción del smear layer Seminario de Tesis, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Chile

Calt, S, Server, A (2002) Time- Dependent Effect of EDTA on Dentin structures. *J Endodontics* 28: 17-19

Cohen, S (1998) Limpieza y remodelado del sistema del conductos radiculares. En : Los caminos de la pulpa. Cohen, S; Burns,R. México DF, México. Editorial Médica Panamericana, 5º Edición, Pág 245-258

Curso Internacional Sociedad de Endodoncia de Chile (25 y 26 de Junio 2004 Santiago, Chile). Controversias en Endodoncia, Prof. Dr. Pierre Machtou

Deplazes,p; Peters, O; Barbakow,F (2001) Comparing Apical Preparations of Root Canals Shaped by Nickel-Titanium Rotary Instruments and Nickeñ- Titanium Hand Instruments. *Journal of Endodontics* 27 (3): 196-202

Dobó-Nagy, C; Serbán , T; Szabó, J; Nagy, G; Madléna, M. (2002) A Comparison of the Shaping Characteristics of two Níkel-titanium endodontic hand instruments. *International Endodontics Journal* 35(3):283-288

Droguett, C; Gil,M; Muñoz,F (2002) Incidencia del crown down sobre la instrumentación manual apical de los conductos radiculares. Seminario de Tesis, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Chile

Espinoza, E; Villarroel, M (2003) Estudio Comparativo de los sistemas rotatorios ProTaper y K3 durante la PBM in Vitro en raíces mesiales de molares mandibulares. Seminario de Tesis, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Chile.

Gambarini, G; Laszkiewicz (2002) A Scanning Electron Microscopic Study of Debris and Smear Layer Remaining Following Use of GT Rotary Instruments. *International Endodontic Journal* 35: 422-427.

Garcia, C (2002) Estado Actual del Instrumental en Endodoncia. Parte 1; ¿Dónde Estamos? Consultado [06/2004] Disponible en:  
[http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_21.htm](http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_21.htm)

Garcia, D (2001) Uso del EDTA en la terapia endodontica consultado [06/2004]. Disponible en  
[http://www.carlosboveda.com/odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_11.htm](http://www.carlosboveda.com/odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_11.htm).

Folleto glyde. \*\*\*

Gulabivala , K; Stock, CJR (1996) Preparación del conducto radicular. En Atlas en color y texto de Endodoncia. Stock, CRJ; Gulabivala, K; Walter, RT; Goodman, JR. Editorial Mosby/Doyma libros, Pág. 124-144.

Hülsmann, M; Rummelin, C; Schäfers, F (1997) Root Canal Cleanliness After Preparation with Different Endodontic Handpieces and Hand Instruments: A Comparative SEM Investigation. *Journal of Endodontics* 23(5):301-306

Hülsmann, M; schade M, Schäfer F (2001) A comparative study of root canal preparation with HERO 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments *International Endodontic Journal* 34 : 538-546.

Hülsmann, M; Herbs, U; Schäfers, F (2003) Comparative study of root-canal preparation using Lightspeed and Quantec SC rotary NiTi instrument. *International Endodontic Journal* 36 : 748-753

Hülsmann, M; Gressmann,G; Schäfer,F (2003) A Comparative study of root canal preparation using FlexMaster and HERO 642 rotary Ni-Ti instruments. *International Endodontic Journal* 36: 358-366.

Ingle, JI; Backland, LK; Peters, DL; Buchanan, LS; Mullaney, TP (1996) Preparación de la cavidad endodóntica en endodoncia. Ingle, JL; Backland, LK. México, Editorial Interamericana MacGraw- Hill, 4º Edición, Pág 187-193.

Iqbal, M; Maggiore, F; Suh, B; Edwards, K; Kang, J; Kim, S; Phil, M (2003). Comparison of Apical Transportation in four Ni-Ti Rotary Instrumentation Techniques. *Journal of Endodontics* 29 (9) 587-591.

Iqbal, MK; Firic S, Tulcán J, Karabucak,B; Kim, S (2004) Comparison of Apical Transportation Between ProFile trade mark and ProTaper trade mark NiTi Rotary Instruments *International Endodontic Journal* 37 (6):359-364

Knowles, KI; Ibarrola, JL; Christiansen, RK (1996) assessing apical deformation and transportation following the use of Lightspeed root canal instruments. *International Endodontic Journal* 29, 113-117

Lasala A. (1992) Anatomía Pulpar y de los conductos Radiculares. En: Endodoncia, Barcelona: Ediciones científicas y técnicas, 4ª Edición.

Leonardo, MR (1994) Preparación biomecánica de los conductos radiculares. En Tratamiento de conductos radiculares. Leonardo, MR, Leal, JM. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, Pág 182-189.

Leonardo, MR; DeToledo, R (2002) Sistemas Rotatorios en Endodoncia, Instrumentos de Níquel Titanio. Editorial Artes Médicas, Latinoamérica, Brasil

Lozano, A; Recomendaciones para el buen uso de las limas rotatorias de níquel-titanio consultado [06/2004] disponible en. [http://www.gacetadental.com/foyci/foyci\\_texto.asp?d1=octubre\\_2002/ciencia/&d2=1&d3=/octubre\\_2002/ciencia/1.htm](http://www.gacetadental.com/foyci/foyci_texto.asp?d1=octubre_2002/ciencia/&d2=1&d3=/octubre_2002/ciencia/1.htm)

Martin, B; Zelada, G; Varela, P; Bahillo, JG; Magán, F; Ahn, S; Rodriguez, C. (2003) Factor Influencing the Fracture of Nickel-Titanium Rotary Instruments. *International Endodontic Journal*. 36(4): 262-266.

Peters, OA; Peters, CI; Schönenberger, K; Barbakow, F (2003) ProTaper rotary root canal preparation effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *International Endodontic Journal* 36(2): 86-92

Pruett, JP; Clement, DJ; Carnes, DL (1997) Cyclic fatigue testing of nickel-titanium instruments. *Journals of Endodontics* 23(2) 77-85

Ruddle, CJ (2001) The ProTaper Endodontic System: Geometries, Features, and Guidelines for use. *Dentistry Today* 20 (10): 60-67.

Ruddle, CJ (2001) The ProTaper Technique: Endodontic Made Easier. *Dentistry Today* 20 (11): 58-64; 66-68.

Sattapan, B; Palamara, JE; Messer, HH (2000) Torque during Canal instrumentation using rotary nickel-titanium instruments. *Journals of Endodontics* 26(3): 156-160

Schäfer, E; Zapke, K (2000) A Comparative Scanning Electron Microscopic Investigation of the Efficacy of Manual and Automated Instrumentation of Root Canals. *Journals of Endodontics* 26 (11) 660-664.

Schafer, E; Vlassis, N. (2004) Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *International Endodontic Journal*; 37 (4): 229-238

Schafer, E; Vlassis, N. (2004) Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in

severely curved root canals of extracted teeth. *International Endodontic Journal*; 37 (4): 239-248

Schneider, SW. (1971) A Comparison of canal preparations in straight and curved root Canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* ; 32:271-275.

Soares & Goldberg. (2002) Endodoncia, Técnica y fundamentos, Editorial Panamericana, Pág 65,71-72.

Sonntag, D; Guntermann, A; Kim, SK; Stachniss, V (2003). Root Canal Shaping with Manual Stainless Steel Files and Rotary Ni-Ti Files Performed by Students. *International Endodontic Journal* 36 (4)246-255.

Spangberg L; Engstrom B; Langeland, K (1973) Biological effects of dental materials. Part 3. Toxicity and antimicrobial effects on endodontics antiseptics in vitro *Oral surg Oral med Oral path* 36: 865-871.

Thompson, SA; Dummer PMH (1997a,b) Shaping ability of ProFile .04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *International Endodontic Journal* 30: 1-15

Turkun, M; Cengiz, T (1997) The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolutions and root canal cleanliness. *International Endodontic Journal* 30: 335-342

Veiltri, M; Mollo, A; Pine, P; Ghelli, L; Balleri, P (2004) In Vitro Comparison of Shaping Abilities of ProTaper and GT Rotary Files. *Journals of Endodontics* 30(3): 163-166

Versümer, J; Hülsmann, M; Schäfers, F (2002) A Comparative study of root Canals preparations using ProFile .04 and LightSpeed rotary Ni-Ti instruments. *International Endodontic Journal* 35(1): 37-46

Weine, FS (1997) Métodos de tratamiento intraconducto, principios básicos y avanzados en tratamiento endodóntico. *Weine, FS; Madrid, editorial Hartcourt Brace, 5ª Edición, Pág 368-375.*

Wu, MK; Wesseling PR (1995) Efficacy of three techniques in clearing the apical portion of curved root canals *Oral surg Oral med Oral path* 79: 492-496

Yun, H; Kim, S (2003) A comparison of the Shaping Abilities of 4 Nickel-Titanium Rotary Instruments in Simulated Root Canals. *Oral surg Oral med Oral path* 95 (2)228-233.

Zelada, G; Varela, P; Martin, B; Bahillo, JG; Magán, F; Ahn, S (2002) The Effect of Rotational Speed and the Curvature of Root Canals on the Breakage of Rotary Endodontic Instruments. *Journals of Endodontics* 28 (7): 540-542.

[www.sendoline.se](http://www.sendoline.se)

[www.Maillefer.com](http://www.Maillefer.com)



# **ANEXOS**

Planilla de recolección de datos, Detritus, Sistema ProTaper ( Clasificación de Hülsmann)

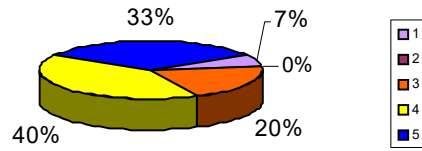
Numero	SCORE CORONAL					SCORE MEDIO					SCORE APICAL				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1					X	X								X	
2				X				X							X
3					X				X					X	
4			X			X									X
5				X						X			X		
6				X						X					X
7				X					X					X	
8			X						X					X	
9				X					X				X		
10				X				X				X			
11					X	X						X			
12	X					X									X
13			X					X					X		
14					X				X					X	
15					X	X								X	
TOTAL	1	0	3	6	5	5	0	3	5	2	0	2	3	6	4

Planilla de recolección de datos, Detritus, Sistema Niti- TEE ( Clasificación de Hülsmann)

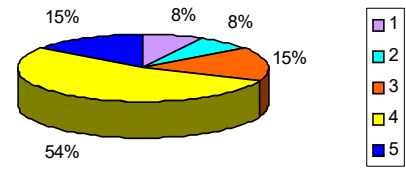
Numero	SCORE CORONAL					SCORE MEDIO					SCORE APICAL				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1				X						X			X		
2				X						X				X	
3					X		X							X	
4			X				X						X		
5	X					X					X				
6				X						X		X			
7					X					X		X			
8				X					X						X
9			X						X				X		
10		X					X								X
11				X				X					X		
12				X			X				X				
13				X			X						X		
14											X				
15															
TOTAL	1	1	2	7	2	1	5	1	2	4	3	2	5	2	2

Gráficos en porcentajes de la distribución de detritus por segmentos para ambos instrumentos

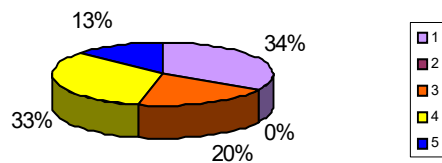
**PROTAPER SCORE CORONAL**



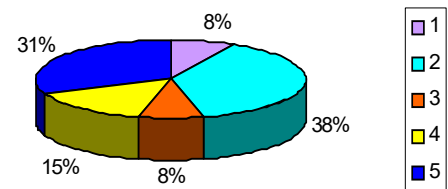
**NI TI- TEE SCORE CORONAL**



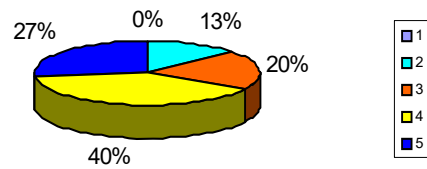
**PROTAPER SCORE MEDIO**



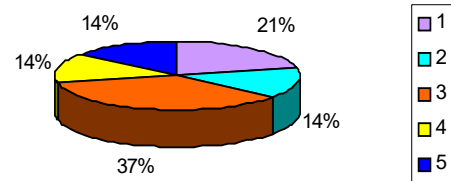
**NI TI- TEE SCORE MEDIO**



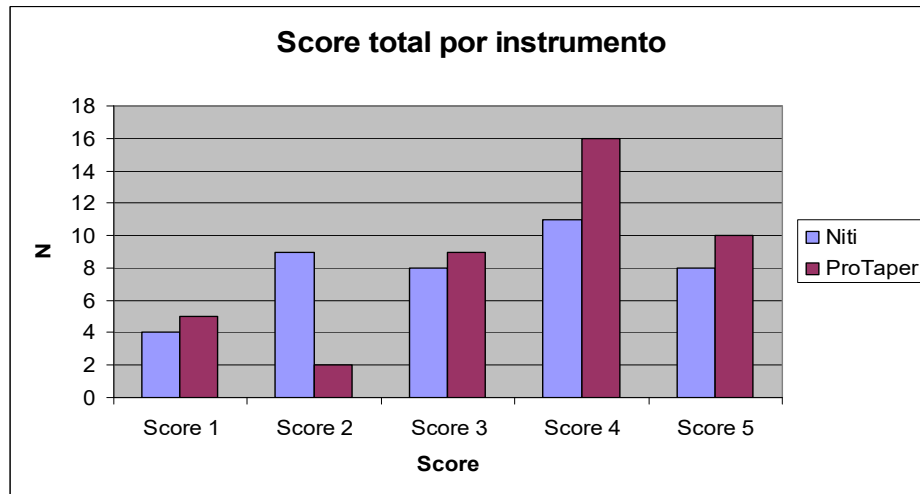
**PROTAPER SCORE APICAL**



**NI TI- TEE SCORE APICAL**



## Grafico Score total por instrumento



## Aplicación del Test Mann-Whitney U

### Ranks

	Instrumento	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Score coronal	ProTaper	15	15,63	234,50
	Niti-Tee	13	13,19	171,50
	Total	28		
Score medio	ProTaper	15	13,60	204,00
	Niti-Tee	13	15,54	202,00
	Total	28		
Score apical	ProTaper	15	17,90	268,50
	Niti-Tee	14	11,89	166,50
	Total	29		

### Test Statistics<sup>b</sup>

	Score coronal	Score medio	Score apical
Mann-Whitney U	80,500	84,000	61,500
Wilcoxon W	171,500	204,000	166,500
Z	-,835	-,636	-1,951
Asymp. Sig. (2-tailed)	,404	,525	,051
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,440 <sup>a</sup>	,555 <sup>a</sup>	,057 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Instrumento

### Mediciones de la transportación sentido vestibulo- palatino sistema Pro taper

DIENTE	LAC	MEDIO	CURVA	APICAL
1	0,029	0,0561	0,0599	0,0812
2	0,346	0,2307	0,0765	0,002
3	0,5223	0,2524	0,0848	0,148
4	0,46	0,4456	0,23	0,2348
5	0,5643	0,2438	0,0614	0,0345
6	0,7023	0,6242	0,3572	0,0797
7	0,4912	0,3202	0,2785	0,0833
8	0,5362	0,5571	0,5571	0,4966
9	0,2758	0,1658	0,0092	0,0201
10	0,3394	0,0434	0,1342	0,4716
11	0,6812	0,5745	0,2484	0,1281
12	0,0354	0,0442	0,1239	0,1771
13	0,2766	0,2325	0,1343	0,0841
14	0,636	0,4936	0,4028	0,1526
15	0,1816	0,1024	0,2145	0,0792

### Mediciones de la transportación sentido vestibulo- palatino sistema Ni Ti- TEE

DIENTE	LAC	MEDIO	CURVA	APICAL
1	0,1358	0,1169	0,1267	0,0433
2	0,4036	0,3802	0,1248	0,0292
3	0	0,0587	0,1292	0,0979
4	0,4702	0,328	0,1251	0,1061
5	0,0154	0,083	0,1429	0,3439
6	0,1026	0,0431	0,0533	0,0985
7	0,4654	0,3918	0,1372	0,0656
8	0,1664	0,183	0,2419	0,1958
9	0,2518	0,2685	0,2111	0,2111
10	0,4964	0,3922	0,0592	0,096
11	0,1508	0,0662	0,2137	0,1657
12	0,7071	0,5306	0,2877	0,3203
13	0,4984	0,6286	0,5784	0,5301
14	0,0276	0,0019	0,0098	0,1362
15	0,6971	0,4269	0,2569	0,0056

### Mediciones de la transportación sentido Mesio distal sistema Pro Taper

DIENTE	LAC	MEDIO	CURVA	APICAL
1	0,1023	0,2615	0,0966	0,0151
2	0,0039	0,0393	0,502	0,4646
3	0,8248	0,4235	0,3388	0,1371
4	0,0018	0,0092	0,4455	0,6988
5	0,3613	0,3216	0,0529	0,0586
6	0,169	0,019	0,0788	0,0067
7	0,0892	0,1885	0,0831	0,0121
8	0,3374	0,0534	0,0731	0,2193

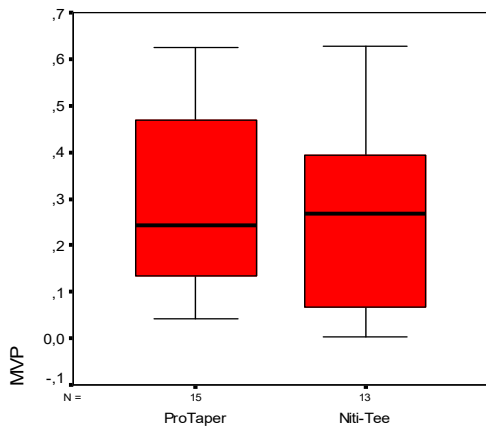
9	0,1438	0,0616	0,0635	0,5324
10	0,9371	0,6298	0,1111	0,1111
11	0,0071	0,1047	0,1047	0,0408
12	0,0393	0,1622	0,0606	0,2483
13	0,0098	0,0413	0,0118	0,1416
14	0,7465	0,3504	0,0435	0,222
15	0,0265	0,1304	0,442	0,3668

### Mediciones de la transportación sentido Mesio distal sistema Ni Ti- TEE

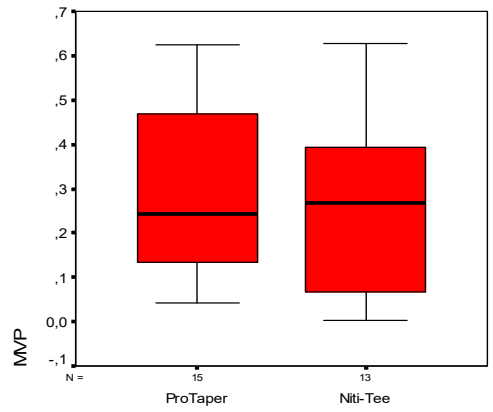
DIENTE	LAC	MEDIO	CURVA	APICAL
1	0,5238	0,3035	0,2113	0,3619
2	0,4021	0,2122	0,1192	0,1758
3	0,0244	0,0546	0,1959	0,096
4	0,06	0,1081	0,1321	0,1373
5				
6	0,5435	0,0092	0,0631	0,2017
7				
8	0,0016	0,1979	0,3959	0,3809
9	0,1054	0,0033	0,015	0
10	0,0073	0,1306	0,265	0,3221
11	0,0453	0,1573	0,08	0,3161
12	0,74	0,528	0,2993	0,264
13	0,779	0,0063	0,365	0,4437
14	0,0298	0,0939	0,458	0,3209
15	0,0159	0,1593	0,1594	0,3275

#### Group Statistics

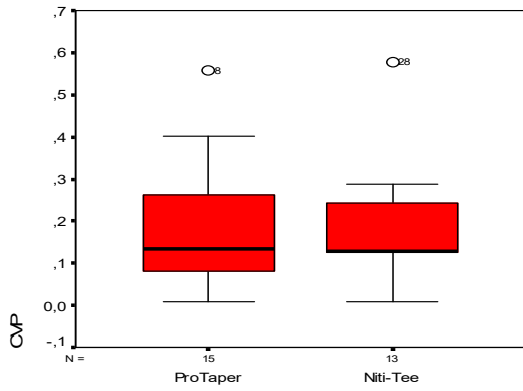
	Instrumento	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
LACVP	ProTaper	15	,4052	,21608	,05579
	Niti-Tee	15	,3059	,24223	,06254
MVP	ProTaper	15	,2924	,20132	,05198
	Niti-Tee	15	,2600	,19647	,05073
CVP	ProTaper	15	,1982	,15145	,03910
	Niti-Tee	15	,1799	,13535	,03495
AVP	ProTaper	15	,1515	,14821	,03827
	Niti-Tee	15	,1630	,14116	,03645
LACMD	ProTaper	15	,2533	,32377	,08360
	Niti-Tee	13	,2522	,29970	,08312
MMD	ProTaper	15	,1864	,17917	,04626
	Niti-Tee	13	,1511	,14408	,03996
CMD	ProTaper	15	,1672	,17007	,04391
	Niti-Tee	13	,2122	,13681	,03794
AMD	ProTaper	15	,2184	,21090	,05446
	Niti-Tee	13	,2575	,12715	,03526



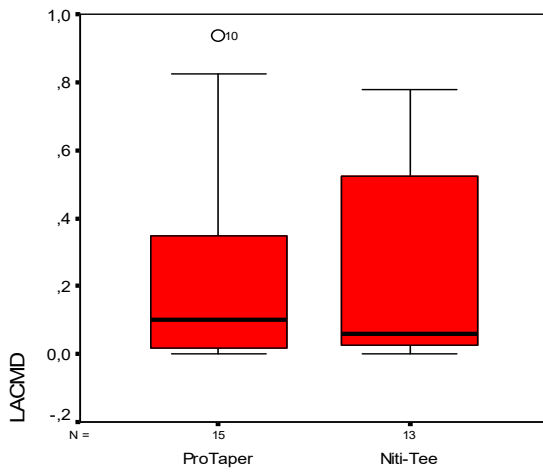
Instrumento



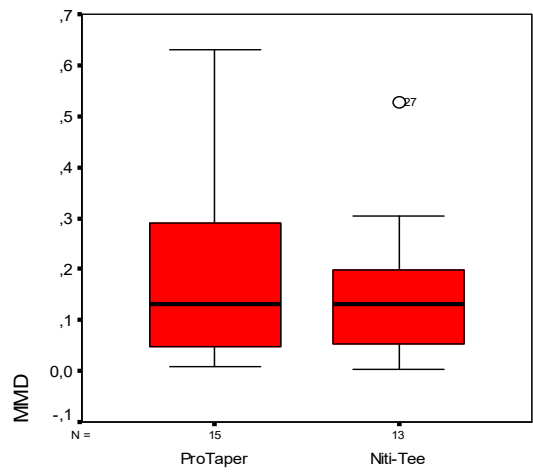
Instrumento



Instrumento



Instrumento

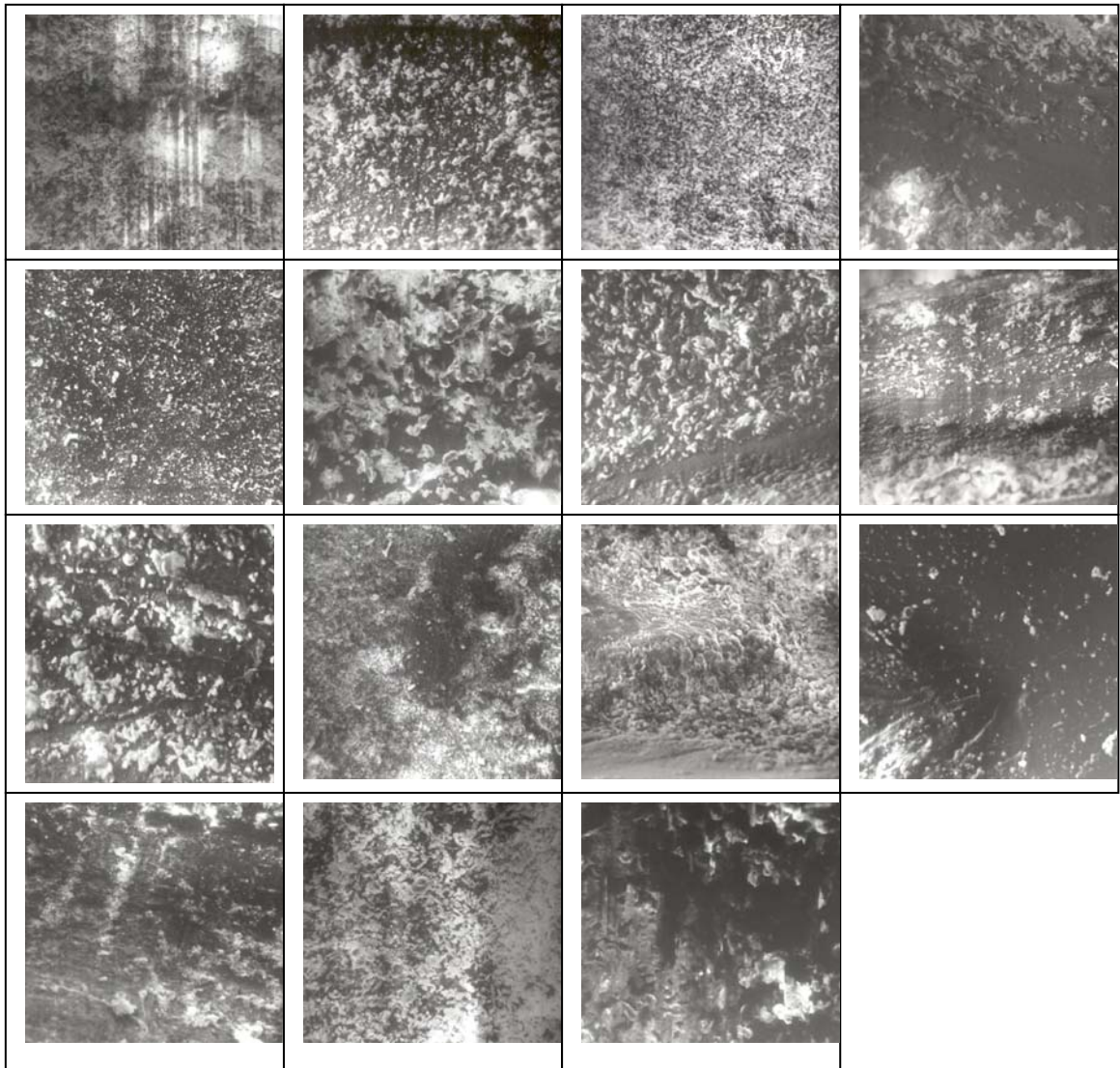


Instrumento

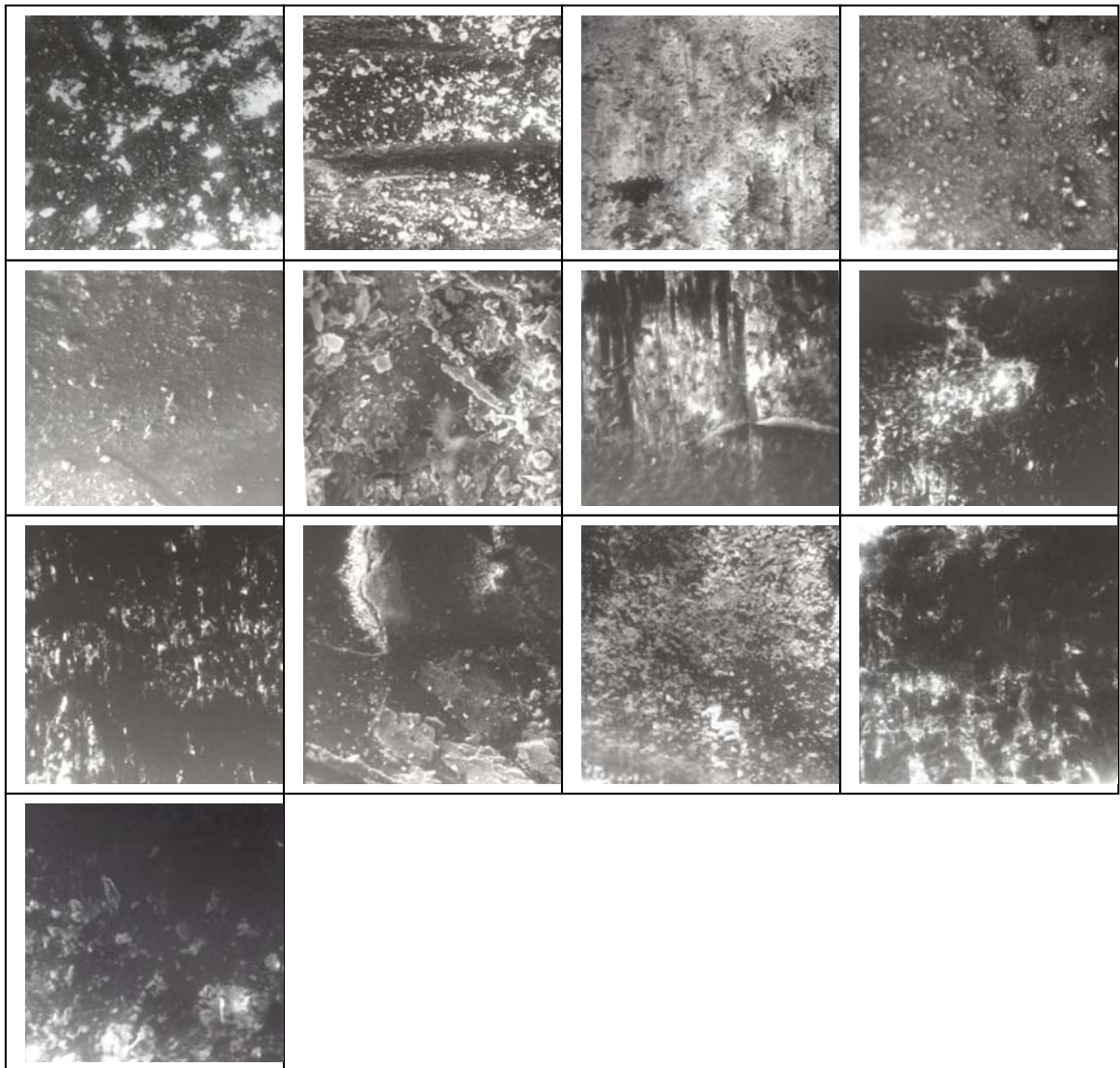
**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
LACVP	Equal variances assumed	,726	,401	1,184	28	,246	,0992	,08381	-,07243	,27093
	Equal variances not assumed			1,184	27,642	,246	,0992	,08381	-,07253	,27103
MVP	Equal variances assumed	,001	,981	,447	28	,658	,0325	,07263	-,11632	,18124
	Equal variances not assumed			,447	27,983	,658	,0325	,07263	-,11632	,18124
CVP	Equal variances assumed	,600	,445	,349	28	,729	,0183	,05245	-,08911	,12575
	Equal variances not assumed			,349	27,654	,729	,0183	,05245	-,08917	,12581
AVP	Equal variances assumed	,003	,959	-,217	28	,829	-,0115	,05285	-,11975	,09676
	Equal variances not assumed			-,217	27,934	,829	-,0115	,05285	-,11976	,09677
LACMD	Equal variances assumed	,014	,905	,010	26	,992	,0012	,11856	-,24255	,24487
	Equal variances not assumed			,010	25,868	,992	,0012	,11789	-,24123	,24354
MMD	Equal variances assumed	1,108	,302	,569	26	,574	,0353	,06211	-,09234	,16300
	Equal variances not assumed			,578	25,878	,568	,0353	,06113	-,09035	,16102
CMD	Equal variances assumed	,972	,333	-,764	26	,452	-,0450	,05896	-,16625	,07615
	Equal variances not assumed			-,776	25,879	,445	-,0450	,05803	-,16436	,07427
AMD	Equal variances assumed	2,283	,143	-,583	26	,565	-,0392	,06716	-,17723	,09887
	Equal variances not assumed			-,604	23,402	,552	-,0392	,06488	-,17326	,09490

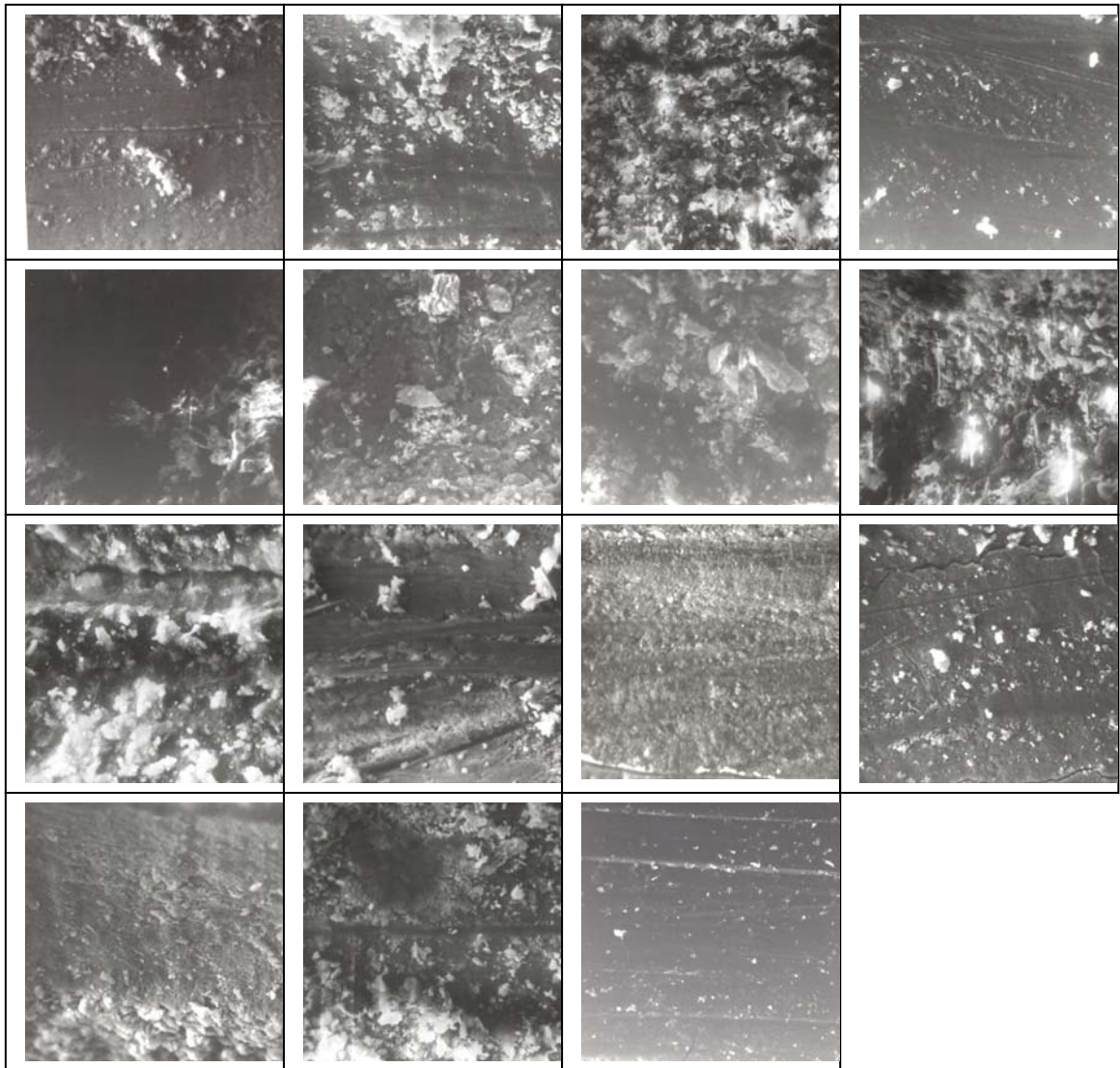
**MEB obtenidas en el sector coronal aumento de 160 X sistema Pro Taper**



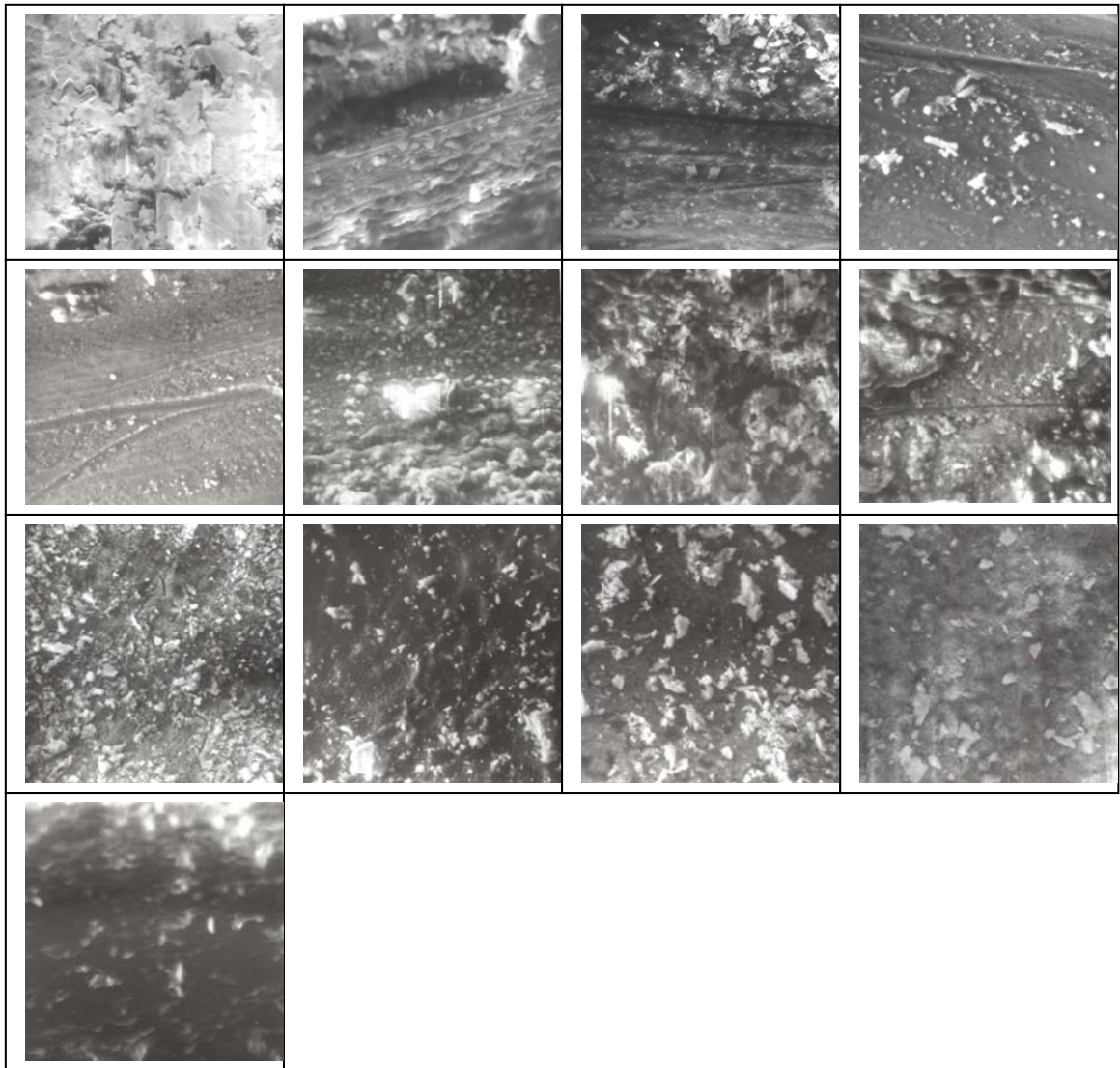
**MEB obtenidas en el sector coronal aumento de 160 X sistema Ni ti- TEE**



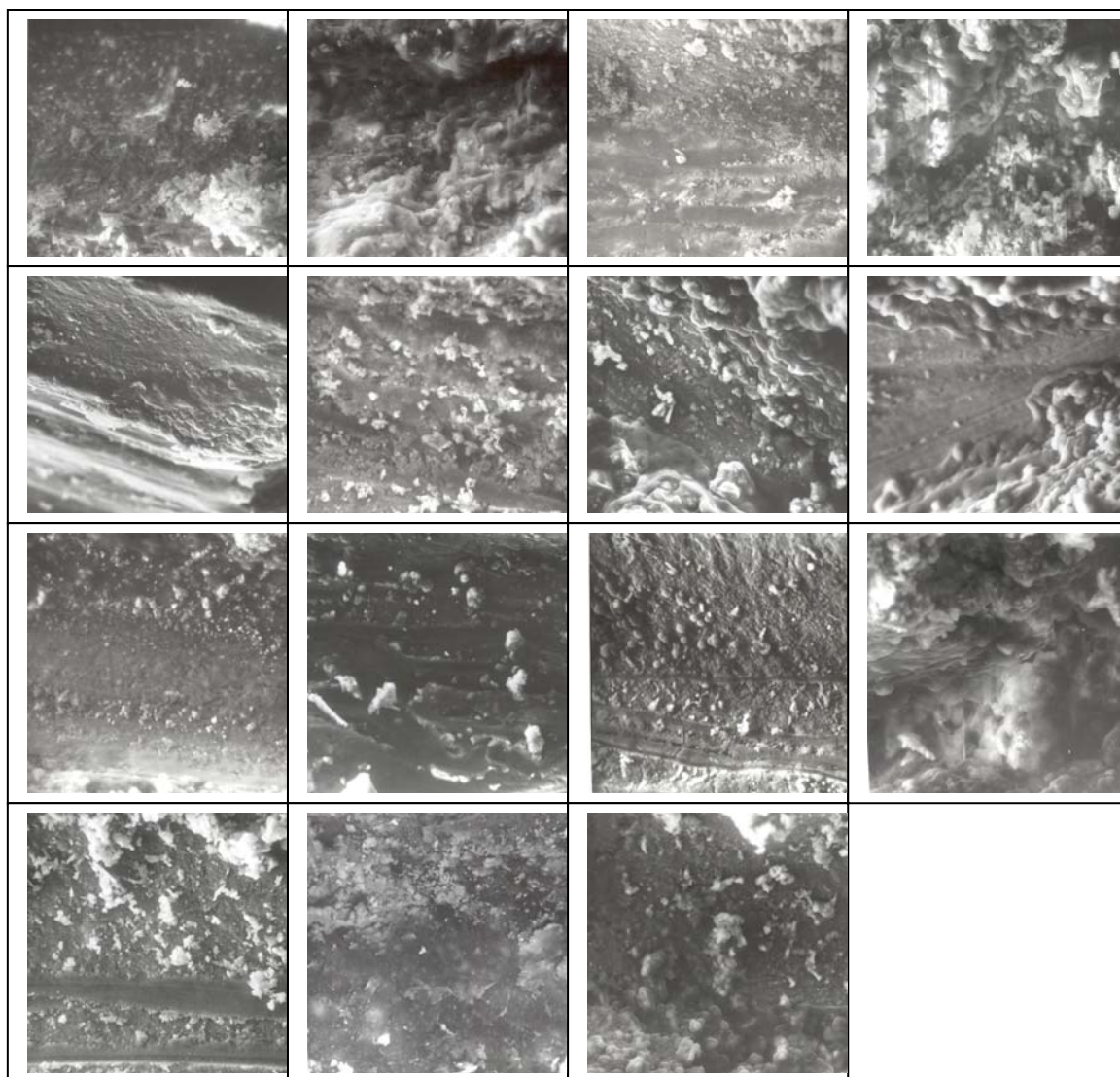
**MEB obtenidas en el sector medio aumento de 320 X sistema Pro Taper**



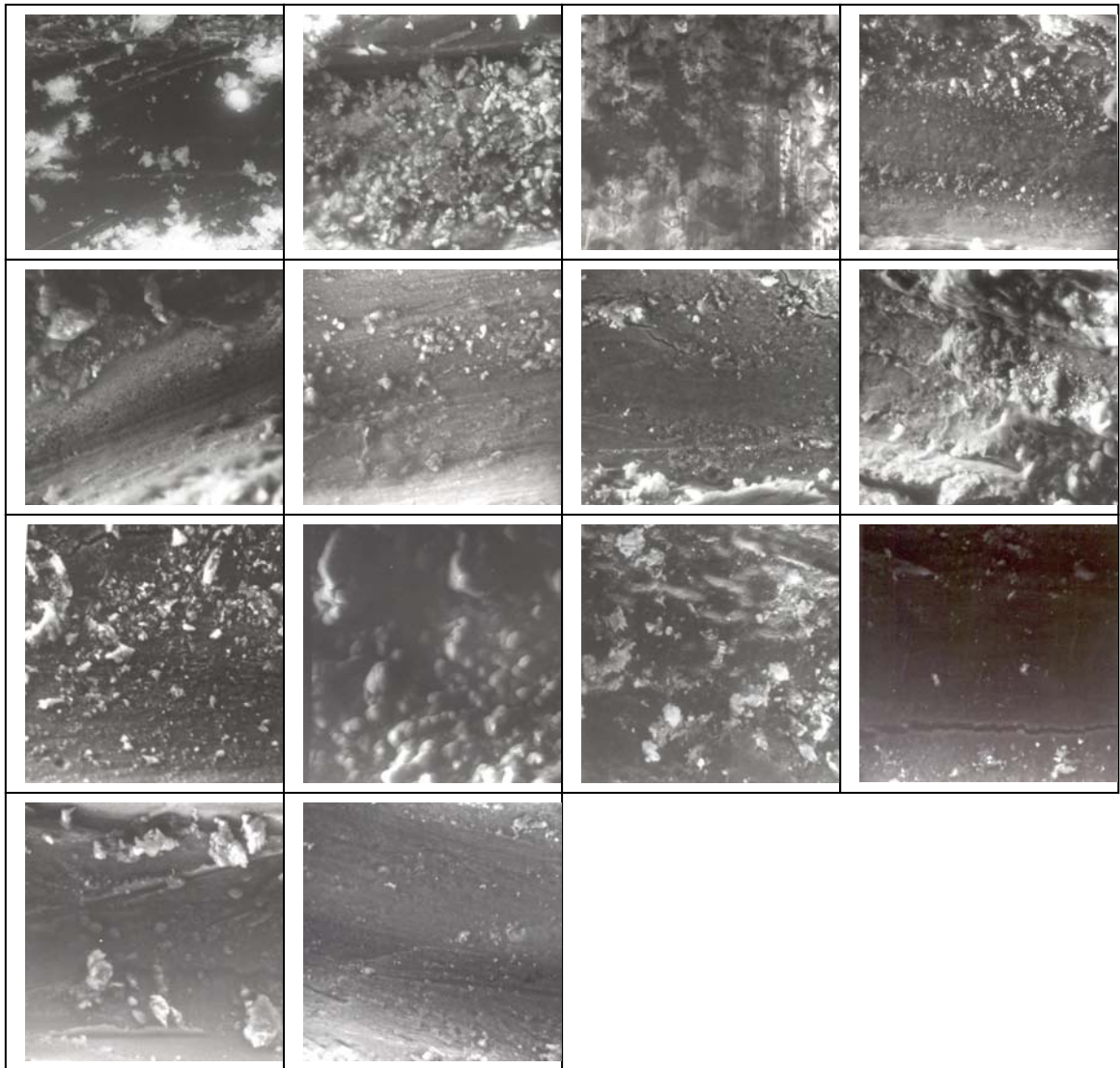
**MEB obtenidas en el sector medio aumento de 320 X sistema NiTi – TEE**



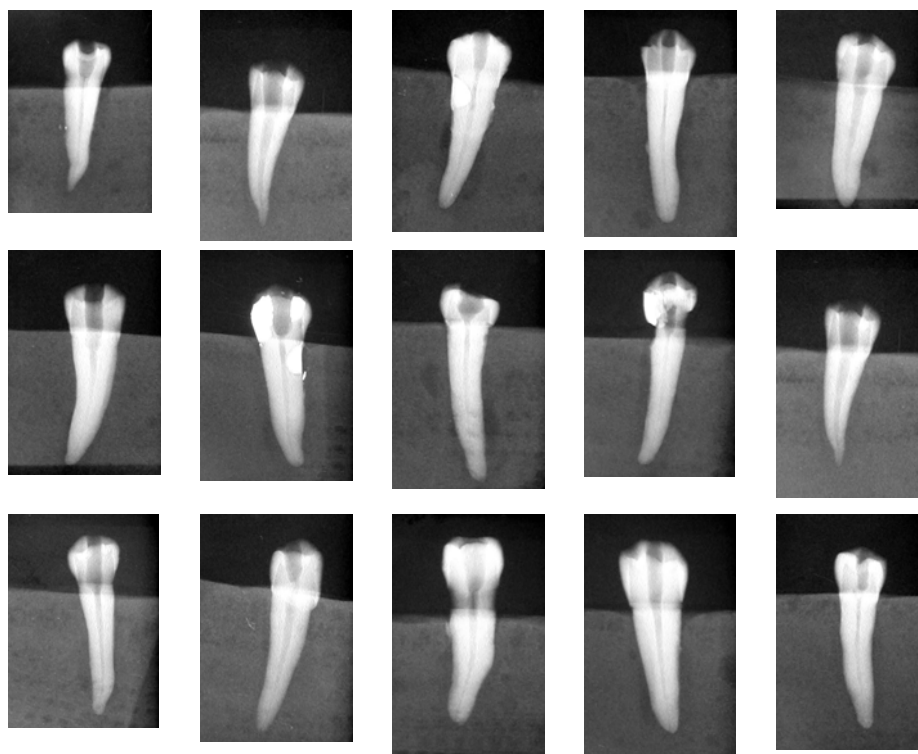
**MEB obtenidas en el sector apical aumento de 320 X sistema Pro Taper**



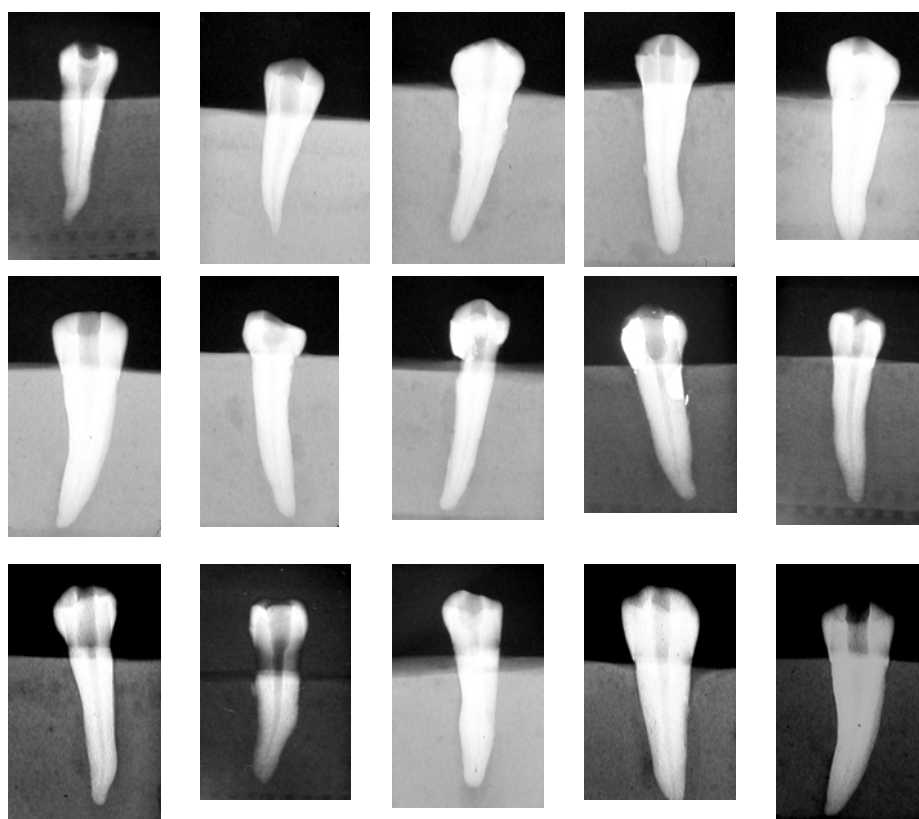
**MEB obtenidas en el sector apical aumento de 320 X sistema Ni Ti- TEE**



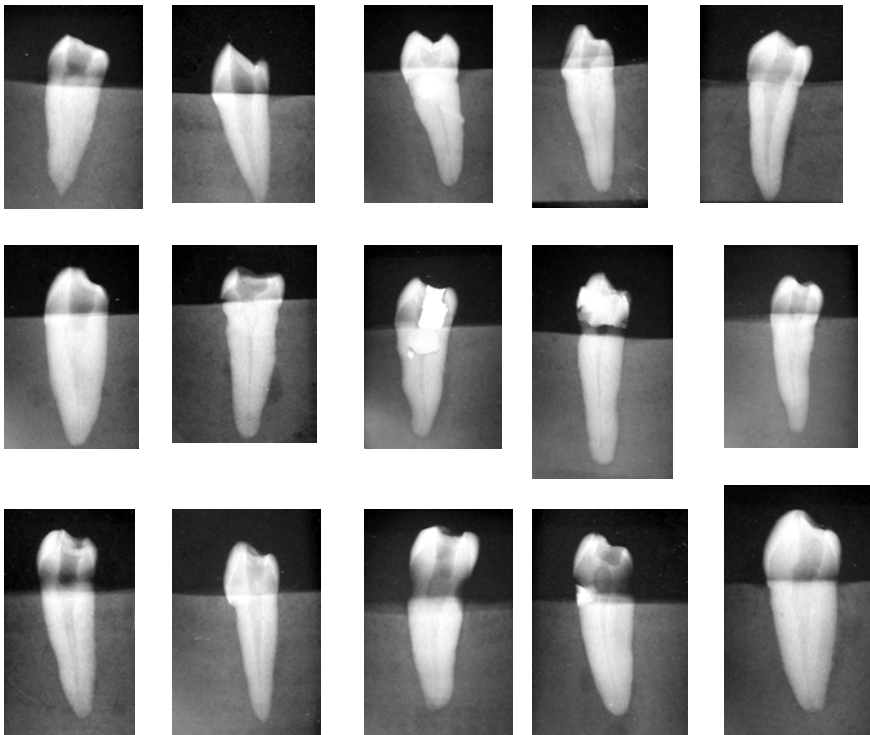
**Radiografías Sistema ProTaper, sentido vestibulo palatino pre instrumentación**



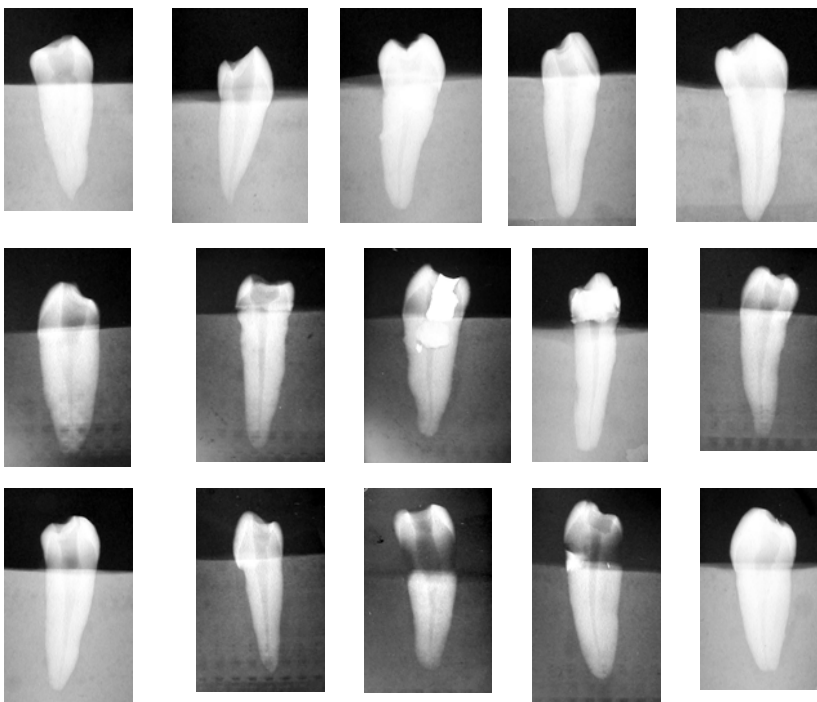
**Radiografías Sistema ProTaper, sentido vestibulo palatino post instrumentación**



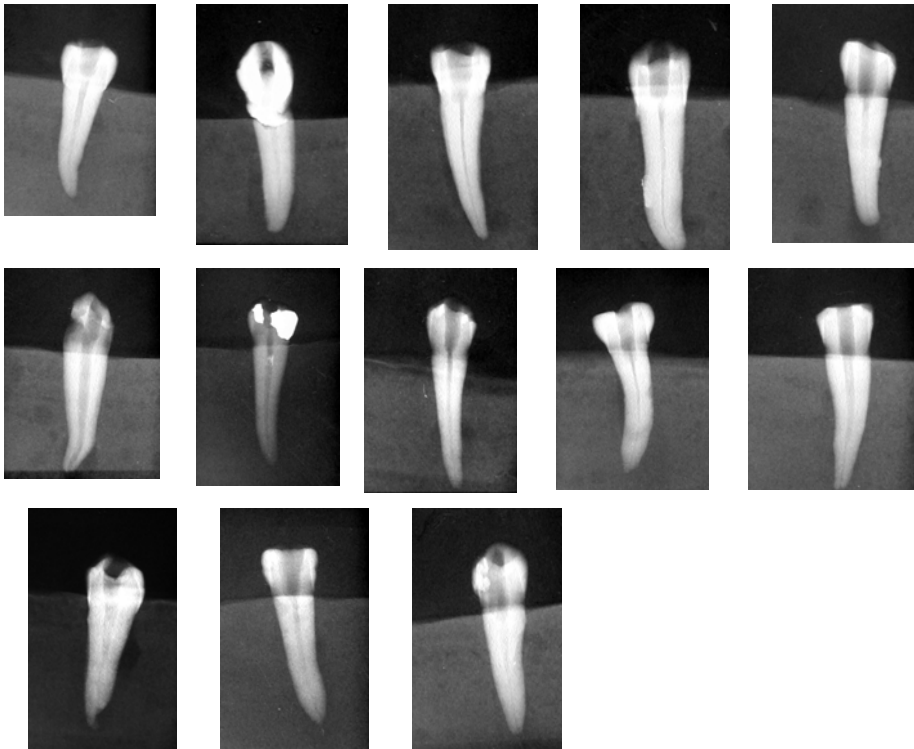
**Radiografías Sistema ProTaper, sentido mesio distal pre instrumentación**



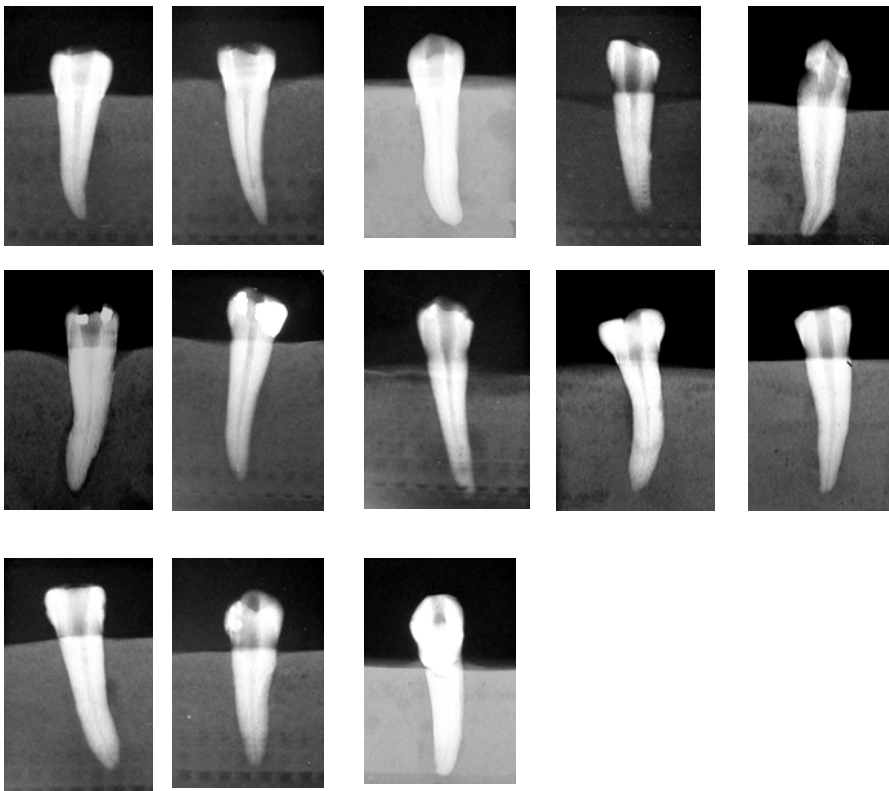
**Radiografías Sistema ProTaper, sentido mesio distal post instrumentación**



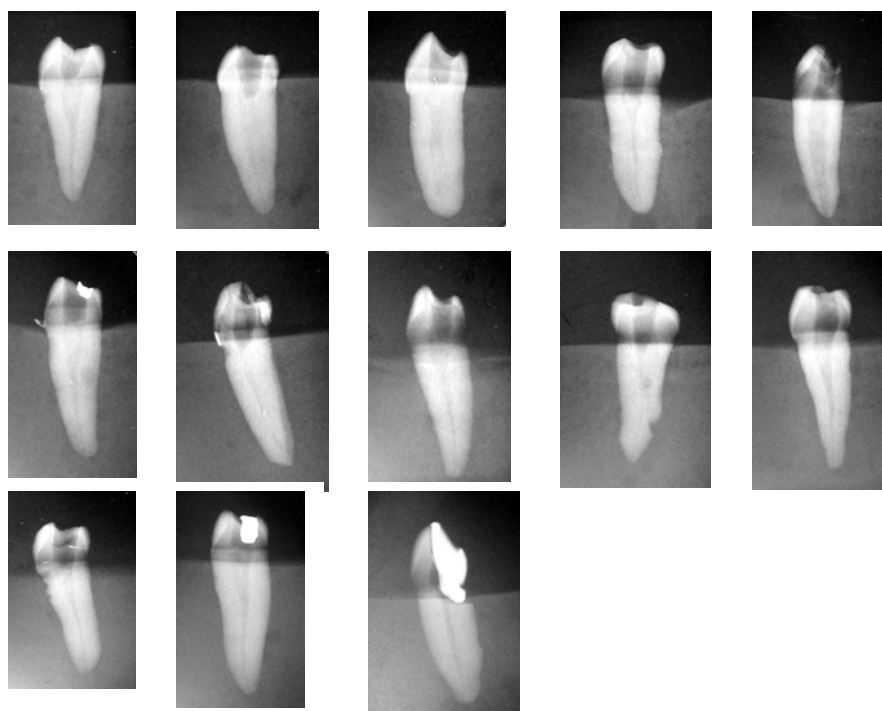
**Radiografías Sistema NiTi-TEE , sentido vestibulo palatino pre instrumentación**



**Radiografías Sistema NiTi-TEE , sentido vestibulo palatino post instrumentación**



**Radiografías Sistema NiTi-TEE , sentido mesio distal pre instrumentación**



**Radiografías Sistema NiTi-TEE , sentido mesio distal post instrumentación**

