



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

## **Comparación de la Preparación Biomecánica de Conductos Radiculares utilizando Sistemas ProTaper y HERO. Estudio In Vitro.**

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

Alumnos: Singyi Hip Hidalgo  
Daniela Jorquera Hernández  
Karin Steinfors Needham

Docente Guía: Dr. Luís Moya Calderón

Valparaíso  
2006



A mis Padres, José Miguel y Anita por ser mis guías, mi ayuda y mi apoyo.

Sin ellos, nada sería realidad.

A mi Hermana por ser mi solitaria compañía.

A mi Max por hacerme sonreír, porque sin ti no soy feliz.

Dani.

A mis Padres, Vicente y Gabriela, porque gracias a ellos soy lo que soy y porque siempre creyeron y confiaron en mí. Con especial cariño a mi Madre, Gabriela Hidalgo, por su incansable rol de madre y amiga, por su apoyo y confianza incondicional, por su entrega y amor infinito, y porque sin ella y sin su sacrificio nada de esto habría sido posible.

Singyi.

A mi mamá, por siempre ponernos primero...

A mis abuelos, por su comprensión y apoyo incondicional...

A mis hermanas, por ser mi ejemplo de vida...

A Cristian, por aguantarme, por convencerme que puedo ser más...por estar conmigo...

Espero algún día poder hacer por ustedes aunque sea una parte de lo que han hecho por mi....

Gracias

Karin

## *Agradecimientos*

---

Al Dr. Luis Moya, por ser nuestro guía en este Seminario de Tesis. Por su ayuda incondicional, su disposición y su tiempo. Por hacernos descubrir la Endodoncia y motivar el amor por la Odontología.

Al Dr. Santiago Gómez por enseñarnos a utilizar los equipos de laboratorio con tan buena disposición.

Al Dr. Juan Eduardo Onetto por facilitarnos cada vez que necesitamos la cámara Fotográfica.

A la Dra. Rosa Moya por su supervisión y buena disposición a la hora de enfrentar los problemas estadísticos.

Al Sr. Rafael Vallejos por aportar desinteresadamente a nuestra tesis la confección de los cubos de Kuttler.

A la Dra. Ida De Gregori y al Departamento de Química Analítica de la Universidad Católica de Valparaíso por permitirnos utilizar los equipos, y por enseñarnos a usarlos.

A Edith Carmona y Jorge Cea por su especial aporte en el ámbito estadístico de nuestra Tesis.

A Denstply, por facilitarnos los insumos necesarios para realizar este estudio. Agradeciendo especialmente a la Srta. Lorena Paredes por su gestión en este proceso.

A Micro-Mega, por aportarnos sus instrumentales para la realización de nuestra investigación.

A Nuestros Amigos, por su apoyo, compañía y comprensión durante todo este largo viaje juntos.

Muchas Gracias

Daniela, Karin y Singyi.

## ÍNDICE

---

INTRODUCCIÓN .....	1
MARCO TEÓRICO .....	2
<i>Evolución de la Endodoncia</i> .....	2
<i>Principios Básicos en Endodoncia</i> .....	4
Configuración Interna del Diente (Soares y Goldberg, 2002).....	4
Bio y Necropulpectomía.....	6
Instrumentación del Sistema de Conductos Radiculares.....	8
Irrigación del Sistema de Conductos Radiculares .....	9
Barro Dentinario .....	12
<i>Níquel Titanio</i> .....	13
Fabricación de instrumental para Endodoncia de Níquel Titanio .....	14
ProTaper® .....	19
HERO® .....	23
HIPÓTESIS .....	26
OBJETIVOS .....	26
<i>Objetivo General</i> .....	26
<i>Objetivos Específicos</i> .....	26
MATERIALES Y MÉTODOS .....	27
<i>Universo</i> .....	27
<i>Muestra</i> .....	27
<i>Diseño del estudio</i> .....	27
<i>Variables</i> .....	27
<i>Preparación de la muestra</i> .....	29
Selección de los grupos .....	32
Intervención según grupo .....	32
Recolección de datos post intervención .....	34
Análisis estadísticos.....	35
RESULTADOS.....	36
Tiempo de Trabajo .....	36
Cantidad de Dentina Removida.....	37
Concentricidad de la Preparación.....	38
Rectificación de la Curvatura .....	39
Correlación entre los Tercios Radiculares.....	40
DISCUSIÓN .....	42
CONCLUSIONES .....	45
SUGERENCIAS.....	46
RESUMEN .....	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48
ANEXOS .....	52
Análisis Estadístico .....	52

## ***INTRODUCCIÓN***

---

### ***Problema de Estudio e Importancia del Tema***

Una terapia endodóntica exitosa depende de muchos factores y uno de los más importantes es la preparación del conducto radicular. Esto es esencial, ya que determina la eficacia de todos los procedimientos que le siguen, incluyendo el debridamiento mecánico, la creación del espacio suficiente para la medicación y la optimización de la geometría del conducto para obtener una adecuada irrigación y posterior obturación. Desafortunadamente, la preparación del sistema de conductos radiculares está negativamente influenciada por su anatomía altamente variable y la relativa falta de habilidad del operador para visualizarla en la radiografía. (Peters, 2004). De esta manera, esta compleja anatomía, e incluso la característica tubular de la dentina, proporcionan innumerables lugares propicios para el desarrollo bacteriano, difíciles de alcanzar por los procedimientos endodónticos (Soares y Goldberg, 2002).

Según Peters (2004), tres cuestiones principales son consideradas las más controversiales y polémicas en la conformación del conducto radicular:

- Identificación, acceso y ampliación de los conductos principales sin errores en el procedimiento.
- Establecimiento y mantención de longitudes de trabajo adecuadas durante todo el procedimiento de conformación del conducto.
- Selección del tamaño de la preparación y la geometría total que permite una desinfección adecuada y la obturación subsiguiente.

Para dar solución a estas problemáticas se han realizado una serie de avances tecnológicos buscando optimizar cada uno de los aspectos del tratamiento endodóntico.

Debido a la gran importancia que tiene el lograr una geometría precisa, que permita una excelente limpieza, desinfección y obturación del conducto, es que se han creado distintos instrumentales con diferentes características, ventajas y desventajas.

Es por esto que se hace imperiosa la necesidad de evaluar estos instrumentales, en especial los que se utilizan con sistemas rotatorios, ya que representan un gran avance en cuanto a la rapidez y efectividad con que son permiten trabajar los conductos radiculares.

Los fabricantes de los sistemas ProTaper® y HERO® plantean respectivamente que sus instrumentos son los más eficaces en la realización de esta tarea, gracias a las innovaciones en su diseño. Es por esto que se realizará una comparación de estos dos instrumentales rotatorios en la preparación de los conductos radiculares en cuanto a su capacidad para tallar los dos tercios coronarios del conducto y el efecto que este tallado tendrá en el tercio apical.

## MARCO TEÓRICO

### *Evolución de la Endodoncia*

La preparación biomecánica es el conjunto de procedimientos que permite realizar una correcta limpieza y tallado del conducto radicular para su posterior obturación. Hoy en día, existe controversia respecto a cual es el mejor método para lograr este propósito (Beer et al., 2000).

Desde la creación del primer instrumento endodóntico en 1838 por Maynard, se han realizado muchas transformaciones a los instrumentales y a las técnicas de preparación del conducto. Este primer instrumento, causante de varios accidentes operatorios, sumado a las técnicas empíricas de anestesia, llevaron a creer que el tratamiento endodóntico era traumático y doloroso.

En esta época no existía un consenso entre los fabricantes de instrumentos en cuanto a la forma, tipo y características de la parte activa de las limas, por lo que existían grandes diferencias, lo que se tradujo en tratamientos más inexactos.

En 1958, Ingle, Grossman y Levine, sugieren que los instrumentos y conos endodónticos se fabricaran según normas preestablecidas, con uniformidad de diámetro y longitud, patrones de estandarización en la conicidad y dimensión en general (Fig. 1). Esta sugerencia es aceptada por la Asociación Americana de Endodoncia (AAE) recién en el año 1962 y el primer instrumento construido bajo normas de estandarización fue realizado por la industria Kerr© Manufacturing y fue conocido como instrumento tipo K (Fig. 2).

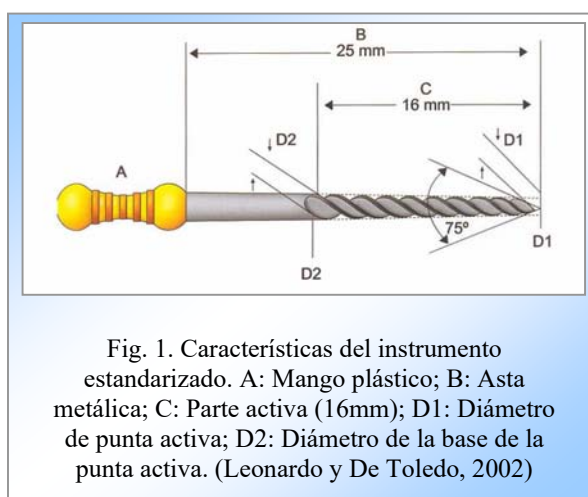


Fig. 1. Características del instrumento estandarizado. A: Mango plástico; B: Asta metálica; C: Parte activa (16mm); D1: Diámetro de punta activa; D2: Diámetro de la base de la punta activa. (Leonardo y De Toledo, 2002)

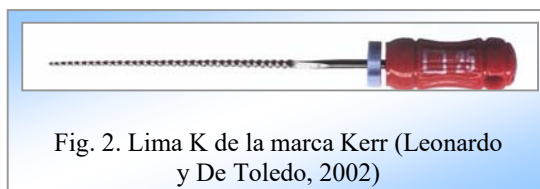


Fig. 2. Lima K de la marca Kerr (Leonardo y De Toledo, 2002)

La lima endodóntica ha sufrido modificaciones tanto en su forma de elaboración, como en el material con el que es construida. Dependiendo de la forma del asta metálica y de la cantidad de torsiones que se realicen en su fabricación, podemos obtener de ella distintos tipos de instrumentos como los ensanchadores, limas tipo K y limas Hedström.

Schilder, en 1974, propone un nuevo concepto de preparación de los conductos radiculares conocido como Cleaning and Shaping (limpiando y conformando el conducto radicular) que incluye la utilización de fresas Gates Glidden con el objetivo de remover tejido pulpar, restos necróticos y dentina infectada del conducto y otorgar una conformación de mayor diámetro en la porción cervical y menor en apical.

En 1982, la industria Kerr© presenta un nuevo instrumento, la lima K- Flex, que está fabricada en acero inoxidable y que posee mayor flexibilidad y capacidad de corte. En 1985, se introducen en el mercado de EEUU las limas Flex R que poseen punta inactiva no cortante.

Con respecto a la mecanización de la instrumentación, en el año 1958, Racer creó un cabezal de limado con movimientos oscilatorios para la preparación biomecánica de conductos radiculares, con el fin de lograr una instrumentación más rápida y eficiente. Posteriormente, en 1964, se creó un contraángulo con movimientos de rotación recíprocos llamado Giromatic (Fig. 3), que se convirtió en el sistema mecánico de mayor uso y difusión, comenzando así la era de la instrumentación mecanizada en Endodoncia.

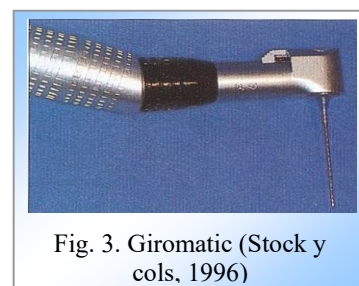


Fig. 3. Giromatic (Stock y cols, 1996)

Las desventajas de los instrumentos mecanizados son la rectificación de conductos y la formación de escalones y falsas vías, que se producen por la falta de sensibilidad táctil que proporcionaban y por la falta de flexibilidad del instrumental de acero inoxidable (Leonardo y De Toledo, 2002).

A mediados de los años 80, surgió un nuevo sistema diseñado por el Dr. Guy Levy, que marcó la transición a sistemas rotatorios más flexibles: Canalfinder, el cual opera con movimientos lineales de 0.4 a 0.8 mm. No obstante, siguió existiendo la problemática de la rectificación de los conductos.

Debido a esto, fue necesario encontrar otra aleación que pudiera ser utilizada para fabricar instrumentos más flexibles, que produjeran menos deformación de los conductos radiculares, especialmente en conductos curvos, y que además pudieran ser utilizados en instrumentación rotatoria (Leonardo y De Toledo, 2002).

### ***Principios Básicos en Endodoncia***

#### Configuración Interna del Diente (Soares y Goldberg, 2002)

Uno de los aspectos más relevantes de la Endodoncia, sobre el cual han surgido bastantes problemas, es la compleja anatomía interna dentaria. Sin los conocimientos pertinentes sobre anatomía interna, no se puede realizar una buena apertura, localización de los conductos y preparación de estos, llevando al fracaso del tratamiento endodóntico.

- Cavity pulpar: Espacio existente en el interior del diente, ocupado por la pulpa dentaria, rodeado por dentina, excepto en la zona del ápice. Se encuentra dividida en la cámara pulpar, ubicada a nivel coronario y él o los conductos radiculares, ubicados, como su nombre lo indica, en la porción radicular de los dientes.
- Cámara pulpar: El techo de la cámara pulpar posee divertículos que contienen tejido pulpar, que deben ser eliminados completamente en la apertura cameral. El piso cameral es fácilmente identificable en dientes multirradiculados, pero no existe en dientes unirradiculados (en estos hay continuidad entre la cámara y el conducto). En él se encuentran las entradas a los conductos radiculares (Fig. 4).

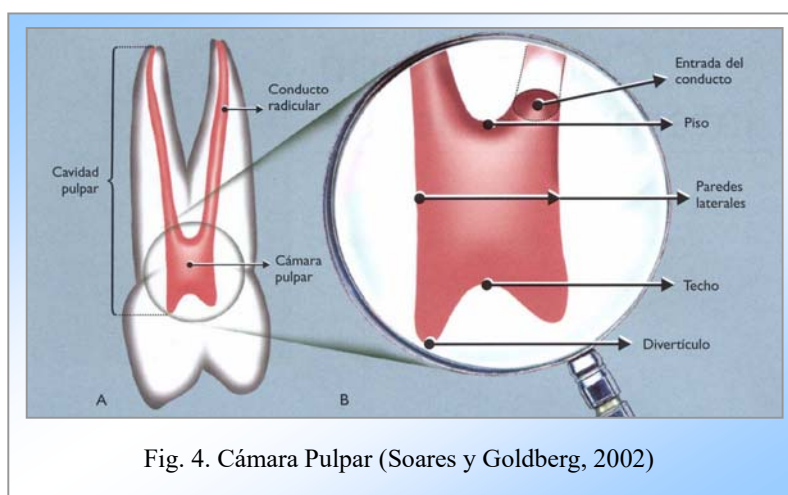
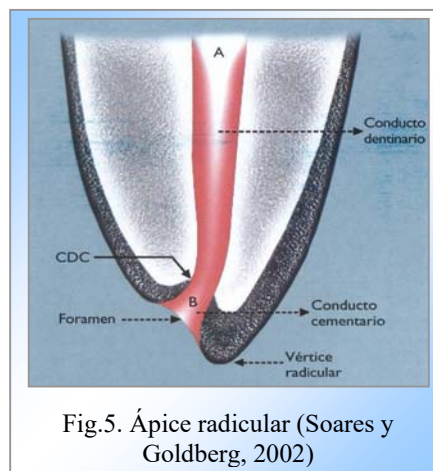


Fig. 4. Cámara Pulpar (Soares y Goldberg, 2002)

- Conductos radiculares: Tienen forma cónica con la base dirigida hacia la corona y el vértice hacia el ápice (imita la forma radicular). A medida que el diente va envejeciendo, producto de agresiones acumuladas a lo largo de su vida, la cámara pulpar y el conducto

radicular se van estrechando, pudiendo aparecer cuerpos cálcicos (pulpolitos), los que dificultan el tratamiento endodóntico. Con fines didácticos y terapéuticos, el conducto radicular se ha dividido en tres partes: cervical, media y apical.

- Forma: En sentido transversal, el conducto radicular puede ser de sección circular (Ej. Incisivos superiores), aplanada (Ej. Incisivos inferiores) o incluso llegar a ser laminar o en forma de ocho. Estas formas se encuentran normalmente en el tercio cervical y medio, porque el tercio apical tiende a ser circular.
- Número: Pueden presentarse desde dientes con un conducto (Ej. Incisivo superior), hasta dientes con seis conductos (Ej. Primer molar superior con dos conductos en la raíz mesiovestibular, dos en la raíz distovestibular y dos en la palatina).
- Disposición: Pueden ser aparentemente rectos (Ej. Incisivos centrales superiores), pero en general los dientes se presentan curvados, o si la curvatura es doble puede tomar forma de bayoneta. Estas curvaturas van de leves y moderadas, a severas según la Técnica del Radio de la Curvatura. Se determina trazando una línea recta a lo largo del eje longitudinal de la porción coronal del conducto radicular y una segunda línea recta a lo largo del eje mayor de la porción apical del conducto, la cual se proyecta hasta intersectarla con la primera línea trazada. Luego se determina un punto en cada una de las rectas, separados de la pared del conducto radicular, los cuales se llamarán puntos a y b respectivamente. Posteriormente, se trazan a partir de a y b dos líneas perpendiculares a las rectas originales hacia la concavidad radicular. El punto donde ambas rectas nuevas se intersectan, será el punto c y corresponderá al centro del círculo que determina el radio de la curvatura. El radio entonces es la distancia entre los puntos “a y c” o “b y c” y es el que permite medir cuán abrupta es la curvatura del conducto (Pruett et al., 1997).



- **Ápice radicular:** Es la circunferencia o el borde redondeado que separa el conducto de la superficie externa de la raíz (Fig.5).
- **Conducto cementario:** Cono invertido en relación al cono formado por el conducto radicular o dentinario, del cual está separado por el límite CDC (conducto dentina-cemento), donde se encuentra la llamada constricción apical, que mide entre 210 y 224  $\mu\text{m}$ , y constituye la zona más angosta del conducto radicular. Este conducto en el 68% de los pacientes jóvenes, y en el 80% de los pacientes ancianos, no se encuentra a nivel del vértice radicular; generalmente se encuentra a nivel lateral, incluso hasta 3 mm alejado del vértice. El tejido contenido en este conducto

corresponde a tejido conectivo maduro, sin dentinoblastos, rico en fibras y pobre en células, y a otros elementos estructurales propios del periodonto apical que se “invagina” hacia el interior de este conducto.

- Longitud: El ápice radicular abarca los últimos 2 a 3 mm de la raíz y su punto extremo es el vértice de la raíz.
- Ancho: El foramen apical presenta el doble de ancho que la constricción apical en pacientes jóvenes, y el triple en pacientes ancianos (aumenta progresivamente con la edad).

La complejidad de la anatomía interna surge al irse descubriendo una serie de accidentes anatómicos a nivel radicular, que llevaron a cambiar el término de conducto radicular a “Sistema de conductos radiculares” (Fig. 6):

- a. Conducto Principal
- b. Conducto Colateral: Cursa casi paralelo al conducto principal, y puede terminar en un foramen en conjunto con éste o en uno aparte.
- c. Conducto Lateral: Localizado en el tercio medio o cervical, sale del conducto principal y desemboca en el periodonto lateral.
- d. Conducto Secundario: Sale del conducto principal a nivel del tercio apical y desemboca en el periodonto lateral.
- e. Conducto Accesorio: Ramificación del conducto secundario que desemboca en la superficie externa del cemento apical.
- f. Interconducto: Une dos conductos entre sí.
- g. Conducto Recurrente: Sale del conducto principal y retorna a él sin exteriorizarse.
- h. Delta Apical: Numerosas terminaciones del conducto principal, que originan la aparición de varias foraminas.
- i. Conducto Cavo Interradicular: Sale del piso de la cámara y desemboca en el sector de la furca.

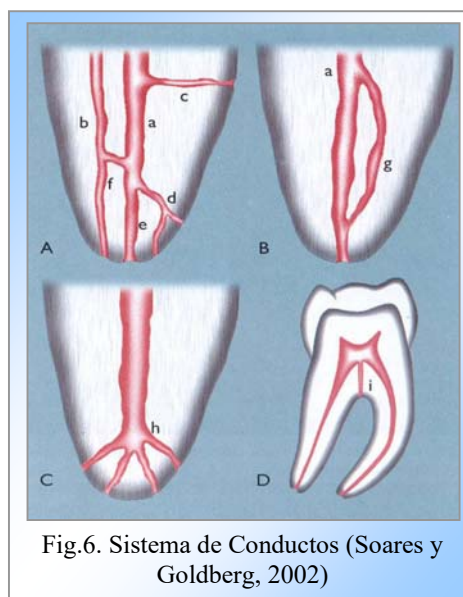


Fig.6. Sistema de Conductos (Soares y Goldberg, 2002)

### Bio y Necropulpectomía

Para comprender los objetivos del conjunto de procedimientos que constituyen la preparación biomecánica, es preciso recordar que la terapia endodóntica involucra el tratamiento de pulpas vitales (biopulpectomías) y necróticas (necropulpectomías) (Peters, 2004).

○ Biopulpectomía:

Consiste en la remoción de la pulpa, debido a que se encuentra alterada en forma irreversible como consecuencia de un proceso inflamatorio, inducido por la acción de bacterias y sus productos. En otras circunstancias, este daño puede ser producido por agentes físicos (por Ej. traumatismos) o químicos (por Ej. ácidos).

▪ Indicaciones:

- Lesiones pulpares irreversibles como pulpitis crónica reagudizada, pulpitis crónica ulcerativa, pulpitis crónica hiperplásica.
- Indicación protésica.
- Exposición accidental.
- Reabsorción radicular interna.

Aún en el caso de pulpas vitales con inflamación severa, los microorganismos en general se encuentran confinados a la porción más superficial del tejido pulpar, sin contaminar la pulpa radicular (Soares y Goldberg, 2002).

Esta afirmación sugiere dos conceptos importantes en relación con las biopulpectomías:

1.- La observación de los principios de asepsia y antisepsia durante el tratamiento es fundamental; ya que con ellos será posible evitar que los microorganismos alcancen la profundidad del sistema de conductos radiculares.

2.- Desde el punto de vista biológico, la biopulpectomía es un tratamiento simple; el tejido pulpar se elimina y el conducto radicular limpio y conformado, se obtura con un material biológicamente aceptable, que proporcione un sellado tridimensional. En consecuencia, el porcentaje de éxito es elevado.

○ Necropulpectomía:

Cuando se produce la necrosis pulpar, las estructuras celulares se encuentran comprometidas de manera definitiva. Gran número de especies bacterianas se alojan en el sistema de conductos radiculares, inclusive en el interior de los túbulos dentinarios (Soares y Goldberg, 2002). Los productos de esta degeneración escapan del sistema de conductos por los puntos de salida de éste, y penetran en el sistema periodontal, donde su presencia genera lesiones de origen endodóntico (Beer et al., 2000; Cohen y Burns, 2005; Leonardo y De Toledo, 2002).

En estas circunstancias, el tratamiento tiene por objetivo combatir la infección y por consiguiente existe la necesidad de eliminar los microorganismos responsables de ella.

Esta dificultad, entre otras, determina un menor porcentaje de éxito en relación a las biopulpectomías, lo que impone mayor preocupación en estos tratamientos (Soares y Goldberg, 2002).

### Instrumentación del Sistema de Conductos Radiculares

El tratamiento endodóntico depende fundamentalmente de la limpieza y la conformación del sistema de conductos radiculares, que tiene por objetivos generales:

- Remoción de la infección o de la pulpa inflamada.
- Creación de un espacio para la obturación radicular.

La instrumentación es un proceso físico mecánico: ya que por medio de limas u otros instrumentos se, remueve detritus, da forma, esculpe y alisa las paredes dentinarias del conducto radicular; y químico: ya que las soluciones irrigantes actúan sobre los restos necróticos y microorganismos, y sobre el material orgánico e inorgánico de los conductos radiculares.

Su objetivo no se limita a la remoción de tejido pulpar, restos necróticos y dentina infectada del sistema de conductos radiculares, sino también a atribuir una conformación de mayor diámetro en la porción cervical y menor en apical. Esta preparación con mayor conicidad en cervical pasó a considerarse como el aspecto más relevante de la contribución del Dr. Herbert Schilder, ya que esta técnica favorece la irrigación del sistema de conductos radiculares, y permite que su posterior obturación sea lo más hermética posible (Yared et al., 2001).

Uno de los mayores adelantos en la preparación biomecánica de los conductos fue otorgado por Marshall y Pappin en 1980, que desarrollaron el concepto de "Crown Down" descrito como una "preparación sin presión de la corona hacia abajo", también llamada Step Down. (Soares y Goldberg, 2003). Es considerada una técnica corono apical para PBM.

En esta técnica la porción coronal del conducto radicular es preparada en forma previa a la determinación de la longitud de trabajo. (Stock et al., 1996). Consiste en ensanchar los 2/3 coronarios previamente, evitando el stress que los instrumentos sufren a la hora de preparar el tercio apical. Permite además remover todo lo que pudiera interferir la entrada de los instrumentos a los conductos logrando obtener un acceso de los instrumentos a través de la vía más directa (Soares y Goldberg, 2002).

De esta manera el Crown Down logrará:

- Obtener un mejor acceso al tercio apical.
- Mejorar el tallado del conducto radicular.
- Lograr que el instrumento trabaje lo menos posible su parte activa.
- Facilitar la acción de los irrigantes a través de un mayor acceso.
- Aumentar el taper de la preparación.
- Disminuir la extrusión de detritus.
- Disminuir accidentes operatorios.
- Respetar la anatomía dentaria.

- Facilitar la obturación.

El Crown Down utiliza instrumentos de punta activa e inactiva, según sea el caso, y se puede realizar con instrumentos manuales, como limas H, o rotatorios de acero inoxidable o Níquel Titanio, como fresas Gates Glidden y Sistemas ProTaper®, Profile® o HERO®, respectivamente.

Existen diversas técnicas para la realización de la preparación biomecánica de los conductos radiculares dividiéndose en técnicas para conductos aparentemente rectos (Técnica de la Universidad de Valparaíso para conductos aparentemente rectos, Técnica Convencional con Escariadores) y técnicas para conductos curvos (Técnica de la Universidad de Valparaíso para Conductos Curvos, Técnica telescópica, Técnica de fuerzas balanceadas o de Roane).

El fin último del tratamiento endodóntico es lograr el sellado biológico de los conductos. En el caso de biopulpectomías esto se logra a través del muñón pulpar, debido a su potencial de autorreparación (regeneración). Por este motivo debe evitarse toda forma de irritación o traumatismo, tanto por medios químicos como mecánicos. Aquí radica la importancia de conservar la constricción apical, que desde hace mucho tiempo se ha considerado como el punto final de la instrumentación y la obturación, ya que bajo ésta se encuentra el muñón pulpar, y además porque es el lugar más estrecho del conducto radicular.

Ricucci (1998), plantea que el traspasar la constricción apical retarda los procesos de cicatrización. Los materiales o medicaciones extruídos más allá de la constricción apical pueden promover la inflamación y una reacción de cuerpo extraño por parte del organismo. Ricucci y Langeland (1998), demostraron que la instrumentación y obturación hasta la constricción apical otorga los mejores pronósticos. Un pronóstico pobre fue observado cuando el material de obturación se extendía más allá de la constricción apical (Torabinejad, 2002).

Al tratar el conducto dentinario, tanto en las biopulpectomías como en las necropulpectomías, se obtendrá reparación de la zona apical y periapical, pero en el caso de las necropulpectomías esta reparación la realizará el tejido periodontal y no el muñón pulpar, puesto que aquí ya no existe. Por lo tanto, no obtendremos regeneración propiamente tal sino que la formación de tejido mineralizado, ya sea osteoide o cementoide por medio de células totipotenciales del ligamento periodontal (cicatrización).

#### Irrigación del Sistema de Conductos Radiculares

Durante la preparación biomecánica, luego de instrumentar las paredes del conducto, se forma una capa de desecho que está compuesta por depósitos de partículas orgánicas e inorgánicas de tejido calcificado unido a diversos elementos como tejido pulpar debridado, procesos odontoblásticos, microorganismos y células sanguíneas compactadas al interior de los túbulos dentinarios. Esta capa de desecho puede llegar a obturar parte del conducto y ser a su vez una fuente de reinfección.

La irrigación de la cámara pulpar y de los conductos radiculares es una intervención necesaria durante toda la preparación biomecánica y además, como último paso antes del sellado temporal u obturación definitiva. (Gatot, 1991). Consiste en el lavado y aspiración de todos los restos y sustancias que puedan estar contenidos en la cámara o conductos, cumpliendo con cuatro objetivos:

- Limpieza o arrastre físico de restos pulpares, virutas de dentina, exudados, restos alimenticios, medicación anterior, etc.
- Acción detergente y de lavado por la formación de espuma y burbujas de oxígeno desprendido.
- Acción antiséptica o desinfectante.
- Acción blanqueadora, debido a la presencia de oxígeno nascente, dejando al diente tratado menos coloreado.

La técnica consiste en insertar la aguja en el conducto, procurando no obliterarlo (se facilita la circulación de retorno y se impide que el irrigante penetre más allá del ápice), e inyectar lentamente entre medio y dos centímetros cúbicos de la solución irrigante, para que la punta de aguja, plástico o goma del aspirador absorba todo el líquido que fluye del conducto. El líquido de retorno también puede ser recogido en un rollo de algodón o gasa (Valencia, 1990).

El arsenal de productos comerciales destinados a la irrigación de conductos radiculares es amplio. La elección de una solución para irrigar un conducto radicular no debe ser aleatoria, sino que se debe considerar la correspondencia entre las acciones particulares de una sustancia, las condiciones del conducto radicular en particular y el momento en que se aplica (Valencia, 1990).

Así, en los casos de dientes con pulpa vital, la contaminación microbiana ausente o incipiente permite el uso de productos sin poder antiséptico, favoreciendo la aplicación de sustancias que, por su biocompatibilidad, respetan el muñón pulpar, permitiendo la reparación (Soares y Goldberg, 2002).

En los dientes con restos pulpares necróticos, la irrigación se integra al conjunto de acciones destinadas a promover la desinfección del conducto radicular y la neutralización de las toxinas presentes en su contenido (Soares y Goldberg, 2002).

Soares y Goldberg (2002) recomiendan, entre otras, las siguientes soluciones irrigantes:

- Soluciones de hipoclorito de sodio: Son utilizadas en bajas concentraciones, como la solución de Dakin (0.5% de cloro activo), y la solución de Milton (1% de cloro activo), cuya utilización es la más recomendada debido a su baja toxicidad y alta tolerancia. También se utiliza en concentraciones medianas (2.5% de cloro activo) o en altas concentraciones, como la soda clorada (4-6% de cloro activo, agua de soda tratada con cloro). Varias propiedades convierten al hipoclorito de sodio en la opción más adecuada para la irrigación de los conductos radiculares:
  - Buena capacidad de limpieza.
  - Poder antibacteriano efectivo.

- Neutralizante de productos tóxicos.
- Disolvente de tejido orgánico.
- Acción desodorante y blanqueadora.

Las soluciones de baja y mediana concentración (0.5%, 1% y 2.5%) son las más indicadas para el tratamiento de biopulpectomías. En cuanto a su capacidad de remoción del Smear Layer se han publicado artículos que confirman que el NaOCl utilizado como lavado final en los conductos radiculares preparados no remueve el Smear Layer (Garberoglio et al., 1994).

Por otro lado, al revisar otros trabajos publicados se puede observar que afirman que cuando el lavado final se realiza con NaOCl, los resultados en cuanto a la remoción del Smear Layer fueron más efectivos (Goldman et al., 1982).

- EDTA: Se usa para remover el Smear Layer creado durante la preparación del conducto radicular. Está indicado durante y al final de la conformación, ya que aumenta la permeabilidad dentinaria, favoreciendo la acción de la medicación intraconducto y ayuda a la adaptación íntima de los materiales de obturación. (Soares y Goldberg, 2002). Los componentes del Smear Layer son solubles en ácido, por lo que se utilizan irrigantes ácidos para removerlo. McComb y Smith (1975) fueron los primeros investigadores en comprobar que el EDTA puede remover el Smear Layer. Goldman et al. (1982) encontraron que cuando es usado sólo, el EDTA remueve la porción inorgánica y deja la porción orgánica intacta del Smear Layer en los túbulos. Para remover esta parte orgánica son necesarios otros solventes. El hipoclorito de sodio ha demostrado ser muy efectivo para este propósito.
- EDTA + NaOCl: Diversos estudios demuestran que esta combinación es efectiva en la remoción del tejido orgánico e inorgánico del sistema de conductos radiculares, logrando una completa remoción del Smear Layer y la apertura de los túbulos dentinarios, lo que brinda una mayor eficiencia antibacteriana. (Goldman et al., 1982). Numerosos investigadores han usado varias concentraciones y diferentes productos comerciales de EDTA y NaOCl con la intención de remover el Smear Layer. Hasta el momento, está ampliamente aceptado que el método más efectivo para removerlo es la irrigación de los conductos con 10 ml de 15 a 17% de EDTA seguido por 10 ml de 2,5 a 5,25% de NaOCl (Goldberg, 1977; McComb y Smith, 1975; Yamada et al., 1983).
- GLYDE®: Es una combinación de EDTA y peróxido de carbamida en forma de gel que facilita la instrumentación de los conductos radiculares y aumenta la acción de limpieza facilitando la remoción de la pulpa vital y necrótica. El Glyde File Prep está diseñado para ser utilizado en combinación con hipoclorito de sodio durante la irrigación. El burbujeo de oxígeno se produce por la liberación de éste por parte del peróxido de carbamida, facilitando la remoción del tejido pulpar, del Smear Layer y otros detritus. Además estimula el blanqueamiento interno del diente, si existe decoloración por necrosis. Finalmente deja una apropiada superficie interna en el conducto para la penetración de la medicación y provoca una limpieza más completa del conducto y apertura de los túbulos dentinarios. (<http://www.dentsply.com>)

- Clorhexidina: Posee acción bacteriostática y bactericida prolongada dependiente de su capacidad de adsorción a las superficies, desde donde se libera con lentitud. Según estudios realizados por Soares y Goldberg (2002), se demostró que pese a ser un antiséptico eficiente, la clorhexidina parece no ofrecer ventajas sobre el hipoclorito de sodio como solución irrigante.

### Barro Dentinario

El barro dentinario contiene sustancias orgánicas e inorgánicas que incluyen fragmentos de procesos odontoblásticos, microorganismos y materiales necróticos. Según Mader et al. (1984), el barro dentinario o Smear Layer consiste en una capa superficial que se ubica sobre la superficie de la pared del conducto radicular, de un grosor aproximado de 1 a 2  $\mu\text{m}$  y una capa más profunda empacada en los túbulos dentinarios a una profundidad de hasta 40  $\mu\text{m}$ . Los componentes del barro dentinario pueden ser forzados dentro de los túbulos a variadas distancias. Esto puede ocurrir como resultado del movimiento lineal y la rotación de instrumentos, y debido a la acción capilar generada entre los túbulos dentinarios y el Smear Layer. Esta capa cubre las paredes instrumentadas, evitando así la penetración de los irrigantes y de la medicación intraconducto a los túbulos dentinarios. Considerando lo anteriormente dicho, es razonable sugerir que la remoción del Smear Layer puede resultar en una desinfección más cuidadosa del sistema de conductos radiculares, lo cual llevará a una mejor adaptación entre los materiales de obturación y las paredes del conducto radicular (Torabinejad et al., 2002).

Debido a la complejidad del sistema de conductos radiculares y la frecuente falta de habilidad para instrumentar todos los lugares de la superficie del conducto radicular, es imposible alcanzar la completa remoción o la destrucción de todas las bacterias. Byström y Sundqvist (1985) han mostrado que bacterias residuales en un conducto instrumentado, pero no obturado, pueden multiplicar su cantidad inicial en 2 a 4 días. Para prevenir la recolonización del conducto radicular con bacterias residuales, algunos autores recomiendan el uso de medicación intraconducto y, por lo tanto, la terminación del tratamiento del conducto radicular infectado en más de una visita (Torabinejad et al., 2002).

### *Níquel Titanio*

En los años sesenta se comenzaron a utilizar las aleaciones de Níquel Titanio en la Marina Estadounidense, creándose aleaciones con distintos porcentajes de ambos metales. La más conocida en el ámbito odontológico es el Nitinol (Níquel-Titanium-Naval-Ordnance-Laboratory) que contiene 56% de Titanio y 44% de Níquel en peso. Su primer uso en odontología fue para fabricar alambres de ortodoncia (Rapisarda, 1999). Posteriormente se descubrió su utilidad en Endodoncia, por lo que se comenzaron a manufacturar limas endodónticas, de uso tanto manual como rotatorio, descubriéndose que poseía varias características deseables en un instrumento endodóntico (Schäfer, 1997; Thompson, 2000).

A diferencia de los instrumentos de acero inoxidable, los instrumentos de Níquel Titanio (NiTi) poseen propiedades de súper elasticidad y de memoria de forma. Gracias a esto son ideales para la instrumentación de conductos con curvaturas severas, ya que no sufren deformaciones permanentes. Son más efectivos en la mantención de la curvatura original del conducto, producen menos transportaciones apicales, se centran mejor y producen un corte más redondeado. Esto último trae la desventaja de producir menor remoción de dentina y menor eficiencia de corte que las limas flexibles de acero inoxidable (Yun, 2003). Algunos autores (Gambill et al., 1996), plantean que los instrumentales de NiTi producen menos deformación de los conductos debido a su menor eficiencia de corte y no gracias a su súper elasticidad. Otro aspecto negativo de las propiedades de súper elasticidad y memoria de forma es que se impide el precurvamiento de los instrumentos, ya que vuelven a su forma original (Schäfer, 1997).

### *Metalurgia del Níquel Titanio*

Esta aleación es de gran utilidad en el ámbito odontológico, ya que posee la peculiar característica de poder modificar la unión de sus átomos frente a stress y cambios de temperatura, cambiando a su vez, sus propiedades mecánicas, produciéndose el fenómeno de súper elasticidad y memoria de forma (pueden recuperarse de deformaciones de hasta un 10%, versus el 1% recuperable del acero inoxidable). Estos fenómenos ocurren cuando la aleación pasa de la forma conocida como austenita a la forma martensita. El cambio de fase sucede cuando la aleación de NiTi baja de los 125° C (temperatura de transformación). Si se vuelve a calentar sobre esta temperatura, recuperaría la rigidez de la forma austenita.

Lo mismo sucede con el stress producido al entrar el instrumento en contacto con las paredes del conducto radicular. Al tallar, se produce presión y calor sobre el instrumento, pasando éste de forma austenita a martensita. A medida que aumenta el stress, aumenta la deformación elástica del material (fenómeno de súper elasticidad). Al terminar de ejercer la presión, el instrumento vuelve a su forma austenita (memoria de forma), sin sufrir deformaciones permanentes (Schäfer, 1997; Thompson, 2000).

Además de estas dos importantes propiedades, la aleación de NiTi presenta una excelente biocompatibilidad, alta resistencia a la corrosión, mayor resistencia a la fractura por torsión, mayor capacidad para absorber tensiones y mayor resistencia al desgaste que el acero inoxidable (Cohen y Burns, 2005; Leonardo y De Toledo 2002).

La aleación se puede modificar alterando los porcentajes en que se encuentran ambos metales, cambiando así sus propiedades físicas y mecánicas. Por ejemplo, al aumentar el porcentaje de Níquel a 60%, disminuye la súper elasticidad, pero aumenta la capacidad de recuperación frente a cambios de temperatura (disminuye la temperatura de transformación). Lo mismo ocurre al agregar un pequeño porcentaje de cobalto en vez de níquel.

### Fabricación de instrumental para Endodoncia de Níquel Titanio

La fabricación de limas de NiTi es más compleja que la de las limas de acero inoxidable, ya que deben ser talladas y no enrolladas. La súper elasticidad del material, presenta como desventaja el no permitir la mantención de un espiral, ya que no soporta deformaciones permanentes. Los intentos de enrollar el instrumento en forma convencional sólo terminan en la fractura del material. Otra dificultad en la fabricación de estos instrumentos, es que se deben eliminar irregularidades, defectos estructurales y flashes de metal, que se producen en los bordes cortantes, ya que disminuyen la capacidad de corte del instrumental y causan problemas de corrosión. Realizar este afinamiento es complejo, porque el instrumento regularizador se desgasta rápidamente. Esto puede ser uno de los motivos por los cuales su capacidad de corte es menor que la de instrumentos de acero inoxidable (Schäfer, 1997; Thompson, 2000).

La esterilización también produce efectos negativos sobre la capacidad de corte de las limas de NiTi. Un ciclo de autoclavado produce una considerable disminución de la capacidad de corte de éste, mientras que 10 ciclos de esterilización no producen disminución de la misma en las limas de acero inoxidable. En un estudio realizado por Rapisarda (1999), se concluyó que después de 7 ciclos de autoclavado, el instrumento de NiTi Profile, disminuye en un 20% su capacidad de corte; y después de 14 esterilizaciones, un 50%, en comparación a un instrumento Profile que nunca ha sido esterilizado. Sin embargo, no se alteraría su resistencia a la fractura (Silvaggio, 1997).

### *Tipos de Fractura*

El cambio de fase de la aleación de NiTi de forma austenita a martensita, además de permitir que se produzca la súper elasticidad y memoria de forma, también provoca la predisposición a la fractura.

La fractura en estos instrumentos puede ocurrir de dos maneras: por torsión y por fatiga de flexión.

La fractura por torsión ocurre cuando una parte del instrumento se queda trabada dentro del conducto, mientras la pieza de mano sigue girando. Al ocurrir esto, se supera el límite elástico de la aleación y la fractura se vuelve inevitable. Este tipo de fracturas se asocia a una técnica de instrumentación inadecuada, donde se realiza excesiva fuerza apical. Representa un 55% de todas las fracturas de instrumentos.

La fractura por fatiga de flexión, no ocurre al quedar atrapado el instrumento en el conducto, sino que por fatiga de la aleación. El instrumento gira libremente dentro del conducto hasta que alcanza el punto de flexión máximo; se dobla, generalmente, dentro de un sistema de

conductos radiculares con curvaturas acentuadas y bruscas, bifurcaciones, conductos en forma de “S” y se fractura. Corresponde a un 45% de todas de las fracturas de instrumental (Martín, 2003; Thompson, 2000).

Otra de las complicaciones que se pueden presentar al usar este tipo de instrumento es la fatiga cíclica del mismo, que se refiere a los cambios dimensionales que el instrumento presenta posterior a su utilización, debido al movimiento de flexión y deflexión o al número de rotaciones a la cual ha sido expuesto dentro del sistema de conductos radiculares. Este factor aumentará con el grado de curvatura que el conducto presente (Fife, 2004).

#### *Factores que influyen en la fractura de instrumentos de Níquel Titanio*

Existen varios parámetros que influyen en la fractura de instrumentos de NiTi, como por ejemplo el Torque. Motores que generan un alto grado de Torque, aumentan la capacidad de corte del instrumento, aumentando el stress, pudiendo sobrepasar el límite de fractura del metal. Por este motivo se deben utilizar motores con control de Torque, dentro de los rangos permitidos por el fabricante de cada instrumental.

Los motores eléctricos con control de Torque, que ofrecen una velocidad constante entre 150 y 300 rpm, dejan de rotar, y empiezan a girar en dirección contraria cuando se sobrepasa el límite de resistencia del instrumento (que en algunos motores está predeterminado). Esto le permite al instrumento salir libremente del conducto, evitando su fractura.

Al aumentar la velocidad de rotación del motor, también aumenta el riesgo de fractura, lo que puede suceder porque es mayor el roce del instrumento contra las paredes del conducto, incrementando la presión y el calor ejercidos sobre éste, lo que lleva al crecimiento del riesgo de fractura. La expectativa de vida de un instrumento está relacionada con los ciclos de rotación, por lo que si se utilizara una velocidad de rotación menor, el instrumento duraría más (Martín, 2003).

En cuanto a la importancia de la anatomía dentaria en la fractura de instrumentos, se plantea que es más relevante la curvatura que el diámetro del conducto, especialmente cuando ésta es severa (Martín, 2003).

Otro aspecto que hay que tener en cuenta para evitar fracturas de instrumental es el crear, previo a la inserción del instrumental rotatorio, una vía permeable con limas manuales tipo K ISO 10 o 15, ya que de esta manera se disminuye el riesgo de stress sobre el instrumento y el riesgo de que éste se trabe en el conducto, ya que se eliminan posibles obstáculos anatómicos.

Los instrumentos de NiTi, a diferencia de los de acero inoxidable, no muestran signos aparentes de fatiga, desgaste o deformación de material. Por este motivo, la simple visualización del instrumental no es un método recomendable para evaluar el estado de éste. Se deben recambiar siempre los instrumentos según las indicaciones del fabricante.

### *Instrumental de Níquel Titanio*

Como se nombró anteriormente, esta aleación se utiliza para fabricar instrumental tanto manual como rotatorio. En general tiene mejor comportamiento el instrumental rotatorio, ya que al utilizar instrumentos manuales en movimientos de limado, la alta flexibilidad que presentan impide que se realice la presión necesaria sobre las paredes radicales (Soares y Goldberg, 2002).

Existen distintos tipos de instrumentales de tipo manual: escariadores, limas tipo K ( Onix-R, Moyco-Union Broach; Nitiflex o Sureflex, Dentsply Maillefer; QDP, Quality Dental Products), limas tipo H (Mity turbo, JS Dental, Hyflex X file, Hygenic Co.) y distintos tipos de instrumentales rotatorios (Fig. 7)(Quantec NT, Analytic Endodontics; Quantec Series 2000, Analytic Endodontics; Profile .04/.06, Dentsply Maillefer; Sistema GT "Great Tapers", Dentsply Maillefer; Pow-R, Moyco-Union Broach; LightSpeed, Lightspeed; Hero Shaper, Micro-Mega; ProTaper, Dentsply Maillefer; K<sup>3</sup> Endo, Sybron Dental Specialties). (Leonardo y De Toledo, 2002).

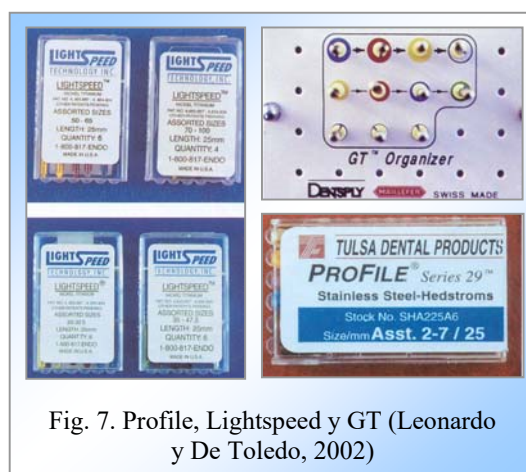


Fig. 7. Profile, Lightspeed y GT (Leonardo y De Toledo, 2002)

### *Sistemas Electromecanizados que accionan instrumentos rotatorios de Níquel Titanio*

Al hacerse más común el uso de instrumentación mecanizada, se provocó una revolución en la Endodoncia, disminuyendo considerablemente el tiempo clínico. Se han creado distintos sistemas (Quantec Series 2000, Analytic Endodontics; Profile.04/.06, Dentsply Maillefer; Profile series "29", Dentsply Maillefer; Profile GT, Dentsply Maillefer; Pow-R, Moyco-Union Broach; LightSpeed, Lightspeed; Hero 642, Micro-Mega; ProTaper, Dentsply Maillefer), que han ido modificando diversos problemas aparecidos en los comienzos de la Era de la Instrumentación Mecanizada (control de torque, movimientos de pumping, etc.), logrando que ésta sea más segura y efectiva.

Algunos de estos sistemas deben ser utilizados con limas que vienen en el mismo kit, y otros pueden ser utilizados con limas de distintas marcas.

### *Avances en la Fabricación de Limas de NiTi*

En la actualidad los procedimientos de limpieza y conformación del sistema de conductos radicales tienen bastante éxito, principalmente gracias a la instrumentación rotatoria y al NiTi. Esta aleación ha permitido realizar nuevos diseños de hojas, geometría del filo, puntas, aumento del taper, cambio de filos por superficies radiales, etc., todo con el fin de lograr una instrumentación más rápida, segura y efectiva.

- Ángulo helicoidal: Está formado en relación con la línea transversal del eje largo del instrumento. Este ángulo normalmente es de  $35^\circ$ , obteniendo una excelente relación velocidad/efectividad, ya que al aumentar el ángulo, se favorece el corte, pero se aumenta la posibilidad de fractura; y al disminuirlo, aumenta el tiempo clínico, ya que disminuye la capacidad de corte.
- Diseño de la punta: Con respecto a su punta, ésta es cónica y roma (inactiva: Punta de Roane o de Batt) lo que permite seguir mejor el trayecto inicial del sistema de conductos radiculares, sin desviarse. Existen instrumentos de la serie Quantec, que permiten abrir camino en conductos atrésicos, gracias a su punta activa, pero que deben ser utilizados con extrema precaución, ya que se pueden desviar fácilmente de la vía original.

- Conicidad (Taper) (Fig. 8): La última tendencia en cuanto a instrumental de NiTi son las limas con Taper aumentado (0,04; 0,06; 0,08) las cuales se sugiere que facilitarían la obtención de una forma de conducto ideal, con menor cantidad de instrumentos y menos pasos clínicos. Tienen las ventajas de facilitar el uso de la técnica del Crown Down para mejorar el acceso radicular y de mejorar la irrigación endodóntica, favoreciendo así, la instrumentación de conductos curvos y atrésicos. Esto se produce gracias a que al aumentar la conicidad, sólo una pequeña porción de la parte activa del instrumento entra en contacto con las paredes, disminuyendo la posibilidad de fractura y facilitando el ensanchamiento gradual del conducto (Leonardo y De Toledo, 2002).

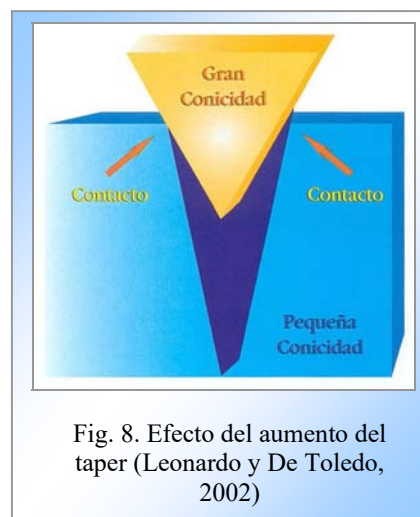


Fig. 8. Efecto del aumento del taper (Leonardo y De Toledo, 2002)

- Superficie Radial o Guía Lateral de Penetración: El cambio de filos por superficies radiales logra que, durante los movimientos rotacionales a lo largo de la pared del conducto, el instrumento se deslice sobre estas superficies y no se trabe, de forma que quede centrado dentro del mismo, rebajando circularmente una cantidad uniforme de dentina (Baumann, 1997). Su objetivo, más que el limado, es el ensanchamiento del conducto (Leonardo y De Toledo, 2002).
- Ángulo de Corte o Ángulo de Incidencia de la Hoja de Corte.
- Alivio de la Superficie Radial: Algunos instrumentos poseen un alivio observado a través de su sección transversal, lo que permite una menor área de contacto, disminuyendo la fricción.
- Distribución de la masa metálica: La sección transversal de algunos instrumentos no es homogénea, lo que permite que se acomode mejor al conducto radicular, disminuyendo el riesgo de fractura. Otro factor que influye en la resistencia a la fractura es el grosor del

instrumental; al aumentar éste, (por ejemplo, fabricando al instrumento con forma de triple hélice y aumentando así su masa central), se disminuye el riesgo de fractura.

- Área de Escape: Los instrumentos accionados a motor ofrecen a través de su sección transversal surcos y/o ranuras que actúan como vías de escape de detritus, evitando que este se empaque dentro del instrumento.

## ProTaper® y HERO®

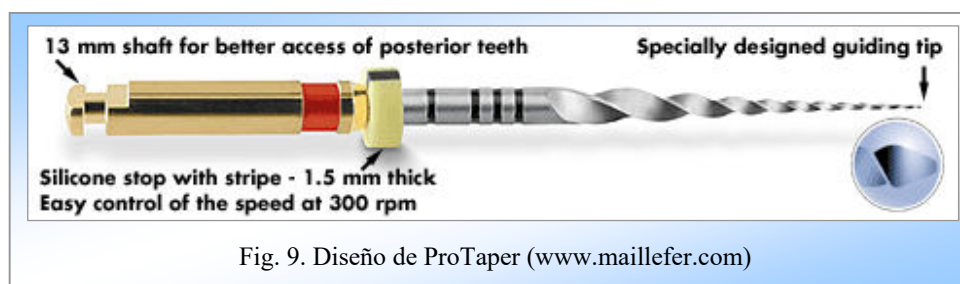
Actualmente se ha producido una gran innovación en los instrumentos de NiTi, especialmente en cuanto a su grado de conicidad y sección transversal, con el objetivo de llevar a cabo una mejor preparación biomecánica de los conductos, reduciendo los riesgos de fracturas, tanto por torsión, como por fatiga cíclica.

Dentro de estos instrumentos, dos destacan por ser muy utilizados en Chile, y por innovar especialmente en estos dos últimos conceptos; ellos son ProTaper® y HERO®.

### ProTaper®

Sistema de instrumentación rotatoria de Níquel Titanio para conductos radiculares, diseñado por los Doctores Clifford Ruddle, John West y Pierre Machtou. Este sistema fue presentado en el mes de mayo del año 2001 en el Congreso de la Asociación Americana de Endodoncistas en Nueva Orleans (Dentsply - Maillefer).

El set original de ProTaper incluye cinco instrumentos (Fig.10): dos instrumentos para modelado y configuración o “shaping files S1 y S2”; y tres instrumentos para acabado o terminación o “finishing files F1, F2, F3”. Luego se introdujo un sexto instrumento “shaper file”, Sx o lima auxiliar, con el fin de relocalizar la entrada del conducto, permitiendo un acceso directo a éste, eliminando interferencias y preparando la porción coronal del mismo, alejándolo de la furca. Todos los instrumentos se fabrican en 21 y 25 mm. (Fig. 9)









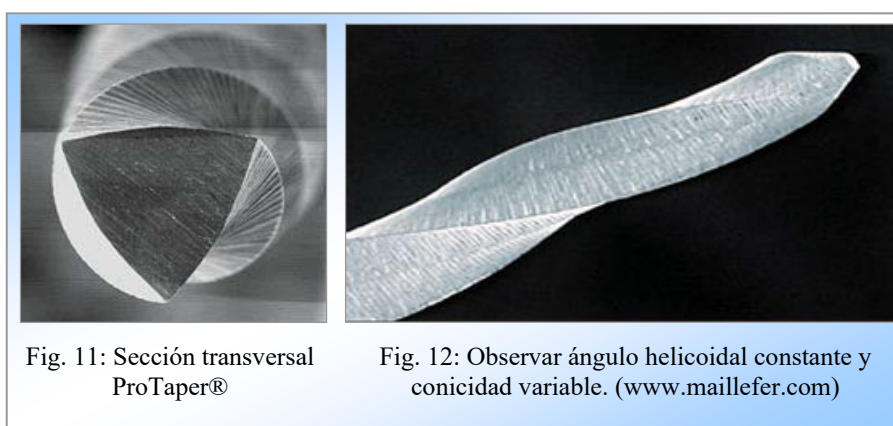
Refills		19 mm	21 mm	25 mm
<b>Shaping File X</b>				
REF A 0410-X		●		
<b>Shaping File 1-2</b>				
REF A 0410-1	S1 		●	●
REF A 0410-2	S2 		●	●
<b>Finishing File 1-3</b>				
REF A 0411-1	F1 		●	●
REF A 0411-2	F2 		●	●
REF A 0411-3	F3 		●	●

Fig. 10: Set ProTaper. (www.maillefer.com)

ProTaper® involucra dos nuevos conceptos. Primero, en su sección transversal (Fig.11) los instrumentos poseen un diseño semejante a una lima K en su configuración, en vez de asemejar la forma de U común a muchos otros instrumentos rotatorios. Posee sección transversal triangular convexa de aristas redondas y ángulos de corte ligeramente positivo, con punta activa pero no agresiva, con un ángulo guía de 60° y una superficie plana del 25%. Los instrumentos rotatorios con esta geometría, poseen mayor capacidad de cortar dentina efectivamente y por lo tanto pueden reducir las cargas torsionales (Ruddle, 2002). Sin embargo, cortar más agresivamente puede producir un aumento en la transportación del conducto. (Ruddle, 2001a). Un segundo concepto (Fig. 12) consiste en que el instrumento posee conicidades variables de un 2 a un 19% a lo largo de la superficie cortante. (Ruddle, 2001b). Este concepto minimiza el número de instrumentos por set, y reduce las cargas torsionales debido a la disminución de la superficie friccional y de ese modo aumenta la eficiencia de corte (Peters et al., 2004) y disminuye la posibilidad de fatiga del instrumento y fracturas (Ruddle, 2002); esto además aumenta la flexibilidad (Machtou y Webber, 2001).



Su ángulo helicoidal y su inclinación están balanceados para remover más detritus y para prevenir el efecto de atornillador (Machtou y Webber, 2001).

La punta del instrumento es definida como parcialmente inactiva, tiene un ángulo de 60 grados y una superficie plana del 25 % (Fig. 11) (Soares y Goldberg, 2002).

Se reportó la existencia de transportación apical luego de la preparación de conductos radiculares curvos en molares humanos con ProTaper® (Peters et al., 2003). Yun y Kim (2003) prepararon conductos radiculares simulados con curvaturas entre 34 y 35° usando ProTaper®. Ellos encontraron solo un pequeño cambio en cuanto a la curvatura del conducto. Paqué (2005) encontró solo 0,8° de variación en cuanto a la curvatura del conducto al usar ProTaper®. Yoshimine (2005) demostró que luego de la instrumentación usando la lima F3 hubo cierta tendencia a formar irregularidades apicales como escalones y Zip, a pesar de la leve presión y los movimientos de retirada de las limas de terminación al final de la preparación. ProTaper® F2, también mostró tendencia a formar Zip apicales. Estas aberraciones pueden ser causadas por el taper aumentado de 0,04 (S2) a 0,07 (F1) en el sistema ProTaper®. Blum (2003) demostró que ciertos conductos eran mejor preparados usando una combinación de instrumentación manual y mecánica para prevenir irregularidades apicales causadas por ProTaper®.

Una gran desventaja del sistema ProTaper® es que no permite preparaciones que excedan el tamaño 30 de instrumentación (Paqué, 2005).

El sistema ProTaper® remueve grandes cantidades de dentina en los tercios medios y coronarios, lo que se debe probablemente a la conicidad aumentada de los instrumentos de configuración o shaping files. (Paqué, 2005). En este estudio ProTaper® preparó una superficie de un 48% del diámetro en la porción coronal, 72% en la parte medio y solo 29% en la parte apical. En otro estudio ProTaper® mostró los más altos valores de remoción de sustancias de las paredes del conducto, especialmente en la parte interna de las curvaturas apicales y coroneales. Este autor demostró que ProTaper® remueve significativamente más residuos que otros instrumentos como GT Rotary®, Quantec® o Profile® (Yoshimine, 2005).

El uso de ProTaper® con motores con bajo torque y con control de éste, adicionado a la experiencia del operador, no generó ningún instrumento fracturado ni deformado (Yun y Kim, 2003).

Yun y Kim (2003) prepararon conductos radiculares simulados con un tiempo promedio de treinta y cuatro segundos al usar ProTaper®.

### *Limas ProTaper*

Shaping files: (Fig. 13) Aumentan la conicidad a partir de  $D_0$  en dirección al mango. Su objetivo es preparar los dos tercios coronarios del conducto, con una conicidad progresiva y continua.

- S1: Posee en  $D_0$  un diámetro de 0,17 mm. En sus 14 mm de porción activa presenta 12 conicidades diferentes de 2% a 11% entre  $D_1$  y  $D_{14}$ . Está diseñada para preparar el tercio coronario y medio del conducto. Su máximo diámetro es de 1,19 mm. Se prepara inicialmente el tercio coronario y una vez que se determina la longitud de trabajo se utiliza para alargar el tercio medio. Es por esto que la S1 es utilizada dos veces en cada preparación, en vez de una, como los demás instrumentos. Por esta

misma razón es el que sufre más daño, por lo que los fabricantes sugieren que sea reemplazado más frecuentemente (Peng et al., 2005). En un estudio 38% de los instrumentos desechados fueron S1 (Peng et al., 2005).

- S2: Posee en  $D_0$  un diámetro de 0,20 mm. En sus 14 mm de porción activa tiene 9 conicidades diferentes desde 4% a 11,5% entre  $D_1$  y  $D_{14}$ . Su máximo diámetro es de 1,19 mm. Alarga y prepara el tercio medio y al igual que la S1 aumentan progresivamente el tercio apical.

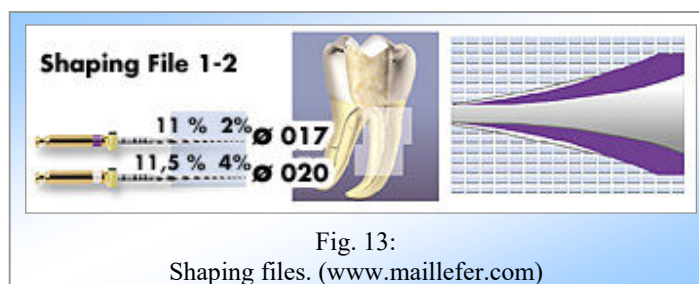


Fig. 13:

Shaping files. (www.maillefer.com)

- SX o de configuración auxiliar (Fig. 14): Posee en  $D_0$  un diámetro de 0,19 mm. Posee 9 conicidades incrementales de 3.5% a 19% entre  $D_0$  y  $D_9$  y una conicidad fija de 2% entre  $D_{10}$  y  $D_{14}$ . Da una forma óptima a los conductos radiculares cortos. Tiene una longitud de 19 mm con un segmento cortante de 14 mm. Es el sustituto ideal de las fresas Gates Glidden.

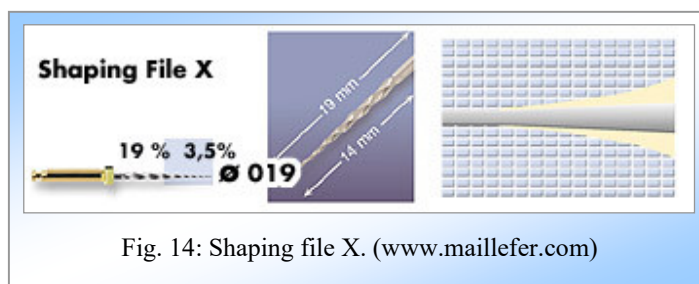
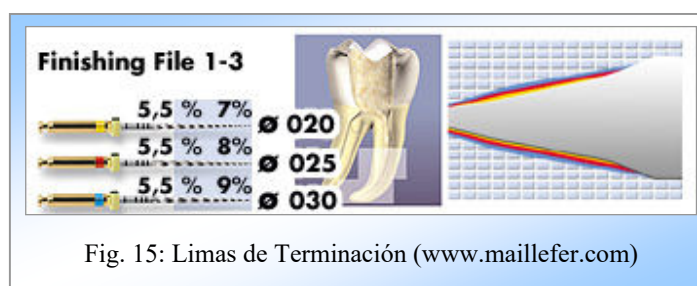


Fig. 14: Shaping file X. (www.maillefer.com)

**Finishing files:** (Fig. 15) Se caracterizan, por tener su mayor conicidad en la punta, disminuyendo ligeramente en dirección hacia el mango.

- F1: Posee en D<sub>0</sub> un diámetro de 0,20 mm. Para mantener la flexibilidad, este instrumento presenta dos diferentes conicidades, pero invertidas de 7% de D<sub>1</sub> a D<sub>3</sub>, de 5% de D<sub>4</sub> a D<sub>14</sub>. Su diámetro máximo es de 1,13 mm.
- F2: Posee en D<sub>0</sub> un diámetro de 0,25 mm, exhibe dos diferentes conicidades invertidas de 8% en D<sub>1</sub> al 5% en D<sub>14</sub>. Su diámetro máximo es de 1,20 mm.
- F3: Posee en D<sub>0</sub> un diámetro de 0.30 mm, exhibe dos diferentes conicidades invertidas de 9% en D<sub>1</sub> al 5% en D<sub>14</sub>. Su diámetro máximo es de 1,20 mm.



## HERO®

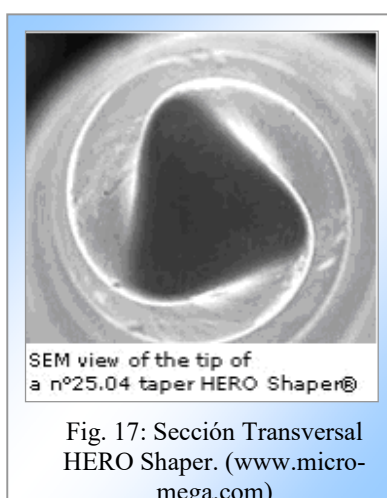
HERO®, Haute Elasticité en Rotation (alta elasticidad en rotación), es un instrumental rotatorio de Níquel Titanio para la preparación biomecánica de conductos radiculares (Brau-Aguadé, 2002).

Presenta en sentido longitudinal forma de espiral con paso progresivo (Fig. 16), variable desde la punta hasta el vástago, y una variación en su angulación, lo que le confiere facilidad en la evacuación de detritus y mayor agresividad de corte en las áreas amplias del conducto.



La sección helicoidal presenta tres ángulos de corte positivo (Fig. 17), así como un ángulo de escape (para facilitar la evacuación de residuos). Presenta, además, un cuerpo del instrumento de tamaño considerable otorgando mayor resistencia a la fractura por torsión y el mejor centrado en el interior del conducto.

La punta del instrumento tiene el ángulo de transición suavizado, lo que permite seguir la forma original del conducto, debido a que sólo puede trabajar de forma lateral y además reduce la formación de escalones y falsas vías. La parte activa mide 16 mm de longitud.



La resistencia a la fractura depende fundamentalmente del diámetro del cuerpo del instrumento y de su conicidad; es por este motivo que HERO® es superior a Profile®, ya que su diseño helicoidal le confiere mayor cuerpo que la triple U de Profile® (Haikel y cols, 1999).

Se usan a una velocidad de 300 a 600 rpm, con una técnica de preparación corono-apical y alternando el orden de uso de los instrumentos de acuerdo con las características del conducto a tratar (Soares y Goldberg, 2002).

Cada instrumento posee distintos torques para ser utilizados en los motores eléctricos. A continuación se observa una tabla (Tabla I) con los valores respectivos.

INSTRUMENTO	Nº	TAPER %	TORQUE in g.cm	TORQUE in N.mm	TORQUE in N.cm
HERO 642	20	2	5	0,05	0,5
HERO 642	25	2	14	0,14	1,4
HERO 642	30	2	20	0,20	2
HERO 642	35	2	33	0,33	3,3
HERO 642	40	2	48	0,48	4,8
HERO 642	45	2	73	0,73	7,3
HERO 642	20	4	13	0,13	1,3
HERO 642	25	4	32	0,32	3,2
HERO 642	30	4	50	0,50	5
HERO 642	20	6	34	0,34	3,4
HERO 642	25	6	52	0,52	5,2
HERO 642	30	6	69	0,69	6,9
HERO SHAPER	20	4	13	0,13	1,3
HERO SHAPER	25	4	28	0,28	2,8
HERO SHAPER	30	4	35	0,35	3,5
HERO SHAPER	20	6	22	0,22	2,2
HERO SHAPER	25	6	44	0,44	4,4
HERO SHAPER	30	6	50	0,50	5
HERO APICAL	30	6	50	0,50	5
HERO APICAL	30	8	68	0,68	6,8
ENDOFLARE	25	12	88	0,88	8,8
R1	25	8	16	0,155	1,55
R2	25	6	9	0,09	0,9
R3	25	4	6	0,058	0,58
RS	30	4	35	0,35	3,5
ProTaper	SX	3,5 - 19	80	0,22	2,2
ProTaper	S1	2 -11	150	0,14	1,4
ProTaper	S2	4 -11,5	150	0,08	0,8
ProTaper	F1	7 - 5	80	0,15	1,5
ProTaper	F2	8 - 5	232	0,21	2,1
ProTaper	F3	9 - 5	150	0,22	2,2

Tabla I: Torque de los distintos instrumentos de uso en motores

## ***HIPÓTESIS***

---

En la preparación biomecánica de conductos radiculares los sistemas ProTaper® y HERO® mantienen de mejor forma la anatomía interna, no así el sistema de fresas Gates Glidden.

## ***OBJETIVOS***

---

### ***Objetivo General***

Comparar la preparación biomecánica de conductos radiculares utilizando instrumental rotatorio ProTaper® (Dentsply–Maillefer) y HERO® (MicroMega) con respecto a un grupo control tratado con fresas Gates Glidden (Dentsply – Maillefer).

### ***Objetivos Específicos***

Determinar la relación entre el tercio apical y los dos tercios coronarios radiculares utilizando instrumental rotatorio ProTaper® y HERO® en relación a un grupo control.

Observar el grado de rectificación de las curvaturas radiculares al realizar la preparación biomecánica con instrumental rotatorio ProTaper® y HERO® en relación a un grupo control.

Establecer la cantidad de dentina removida al utilizar instrumental rotatorio ProTaper® y HERO® en la preparación de los dos tercios coronarios de los conductos en relación a un grupo control.

Observar la variación de la morfología radicular interna transversal del conducto radicular al ser tratado con instrumental rotatorio ProTaper® y HERO® en relación a un grupo control.

Determinar el tiempo de trabajo con ambos instrumentales rotatorios (ProTaper® y HERO®) en manos de operadores inexpertos en relación a un grupo control.

## ***MATERIALES Y MÉTODOS***

---

### ***Universo***

Premolares Inferiores Humanos obtenidos de Consultorios y Hospitales de la región, y de la Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso, durante el periodo comprendido entre noviembre 2005 y febrero de 2006, sanos, unirradiculados, con formación radicular completa, con curvaturas leves y moderadas según clasificación de Schneider y con conducto permeable.

### ***Muestra***

Cuarenta y cinco dientes Premolares Inferiores Humanos obtenidos de Consultorios y Hospitales de la región, y de la Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso, durante el periodo comprendido entre noviembre 2005 y febrero de 2006.

- Criterios de selección:
  - Premolares inferiores
  - Sanos
  - Unirradiculados
  - Formación radicular completa
  - Con curvaturas leves (5° a 10°) y moderadas (10° a 25°) según clasificación de Schneider
  - Conducto permeable

### ***Diseño del estudio***

Estudio experimental in Vitro, que consiste en una comparación de la capacidad de instrumentación de dos sistemas mecanizados de preparación de conductos radiculares: ProTaper® y HERO®, con respecto a un grupo control que se preparará con fresas Gates Glidden.

### ***Variables***

#### ***Variables Dependientes***

- Tiempo de Instrumentación
- Cantidad de dentina removida en Peso
- Cantidad de dentina removida en Área
- Concentricidad de la Preparación
- Grado de rectificación de la curvatura radicular en Ángulo de la Curvatura
- Grado de rectificación de la curvatura radicular en Radio de la Curvatura
- Correlación de la Concentricidad del tercio apical con los dos tercios coronarios

### *Variables Independientes*

- Tipo de instrumentación mecanizada utilizada para preparar el conducto radicular: ProTaper®, HERO® o Gates Glidden.

### *Definiciones Operacionales*

- *Tiempo de Instrumentación*: Con un cronómetro se medirá el tiempo en minutos desde el inicio hasta el final de la preparación con instrumental rotatorio.
- *Cantidad de dentina removida en Peso*: Mediante una pesa calibrada en diez milésimas de gramo se cuantificará la cantidad de dentina removida en peso. Se medirá el peso de los cuerpos de prueba antes y después de la instrumentación, para luego calcular la diferencia de ellos.
- *Cantidad de dentina removida en Área*: Se cuantificará mediante visión magnificada y análisis fotográfico en IMAGE J. Esto se realizará mediante la superposición fotográfica de los cortes de cada tercio con el programa COREL PHOTOPAINT 11. Luego se analizarán en el programa IMAGE J, en donde se medirán las áreas pre y post preparación de cada tercio, para luego calcular la diferencia entre ellas, y así posteriormente representar la variación en porcentaje de cada tercio, obteniendo el porcentaje de variación total del cuerpo de prueba, promediando las variaciones obtenidas en los tercios de cada uno.
- *Concentricidad de la Preparación*: Se medirá mediante el análisis fotográfico en IMAGE J de la visión magnificada de los cortes dentarios antes y después de ser preparados con el instrumental mecanizado respectivo donde se evaluará la mantención de la anatomía transversal del conducto. Esto se realizará mediante la superposición fotográfica de los cortes con el programa COREL PHOTOPAINT 11. Luego se analizarán en el programa IMAGE J, en donde se aplicará la fórmula:

$$\text{Índice de Concentricidad (IC)} = \frac{X_1 - X_2}{Y}$$

En donde  $X_1$  es la máxima medida de movimiento del conducto en sentido horizontal,  $X_2$  es la máxima medida de movimiento del conducto en sentido vertical e  $Y$  es el máximo diámetro de la preparación final (Song y cols, 2004).

Luego se promediarán los resultados de cada tercio para obtener así la concentricidad de la preparación del conducto de cada cuerpo de prueba.

- *Grado de rectificación de la curvatura radicular en Ángulo de la Curvatura*: En las radiografías digitalizadas obtenidas pre y post preparación se medirán los ángulos de la

curvatura del conducto. Esto se realizará en el programa IMAGE J. Luego se evaluarán la diferencia entre ellas, para posteriormente representar la variación en porcentaje.

- *Grado de rectificación de la curvatura radicular en Radio de la Curvatura:* En las radiografías digitalizadas obtenidas pre y post preparación se medirá la variable Radio de la Curvatura. Esto se realizará en el programa IMAGE J, donde se evaluará la diferencia entre ellas, para posteriormente representar esta variación en porcentaje. El Radio se determinará trazando una línea recta a lo largo del eje longitudinal de la porción coronal del conducto radicular y una segunda línea recta a lo largo del eje mayor de la porción apical del conducto, la cual se proyectará hasta intersectarla con la primera línea trazada. Luego se determinará un punto en cada una de las rectas, separados de la pared del conducto radicular, los cuales se llamarán puntos a y b respectivamente. Posteriormente, se trazarán a partir de a y b dos líneas perpendiculares a las rectas originales hacia la concavidad radicular. El punto donde ambas rectas nuevas se intersecten, será el punto c y corresponderá al centro del círculo que determina el Radio de la Curvatura. El radio entonces es la distancia entre los puntos “a y c”. (Pruett y cols, 1997).
- *Correlación de la Concentricidad del tercio apical con dos tercios coronarios:* Se calculará mediante el análisis fotográfico en IMAGE J de la visión magnificada de los cortes dentarios apicales, medios y coronarios pre y post preparación. Esto se realizará mediante la superposición fotográfica de los cortes de cada tercio con el programa COREL PHOTOPAINT 11. Luego se analizarán en el programa IMAGE J, en donde se aplicará la fórmula:

$$\text{Índice de Concentricidad (IC)} = \frac{X_1 - X_2}{Y}$$

En donde  $X_1$  es la máxima medida de movimiento del conducto en sentido transversal,  $X_2$  es la máxima medida de movimiento del conducto en sentido vertical e  $Y$  es el máximo diámetro de la preparación final. (Sonntag y cols, 2006). Existirá un máximo de concentricidad cuando el  $IC = 0$ .

Luego se realizará un test de correlación con los resultados de los tercios, para así evaluar si existe una relación entre la concentricidad del tercio apical preparado manualmente y la de los tercios medios y coronarios preparados rotatoriamente.

### Preparación de la muestra

Los dientes fueron almacenados en suero fisiológico, del cual fueron retirados y lavados en agua corriente para eliminar los restos 24 horas antes de ser utilizados. Se realizó una preevaluación de la longitud real dentaria mediante una medición directa con una regla milimetrada flexible.

Posteriormente los dientes fueron montados en una estructura cúbica que permite realizar cortes dentarios, observar el conducto y luego reposicionar las partes. El cubo utilizado fue

diseñado por Bramante y modificado por Kuttler (2001). El cubo posee cinco secciones de metal las cuales se fijan entre sí por fuera mediante tornillos dando solidez al cubo. Dos de las paredes verticales que se contraponen poseen, hacia la cara interna, indentaciones de 1 mm de profundidad y a una distancia de 1,5 mm de separación de arriba abajo. Esto le da al cubo de acrílico una matriz para reposicionarlo una vez cortado.

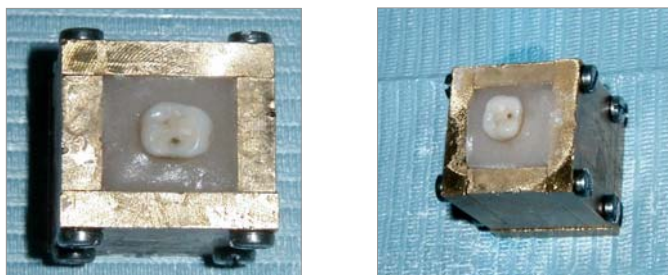


Fig. 18. Vista Superior del Cubo de Kuttler con un cuerpo de prueba en su interior.

Para ser montados, los dientes fueron posicionados hasta el nivel del límite amelocementario y se colocó acrílico transparente dentro del cubo metálico en estado líquido (Fig. 18).

Se tomó la radiografía de estudio con técnica del paralelismo. 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, por 0,35 segundos. La radiografía fue digitalizada para luego ser estudiada mediante el programa computacional IMAGE J. Se tomaron dos radiografías por cada cuerpo de prueba, una vestibulo-palatina y una mesio-distal, para evaluar anatomía interna.

Luego se descoronaron los dientes utilizando una máquina recortadora Buffalo Dental, eliminando la corona hasta el límite amelocementario.

Posteriormente con una lima K 10 o 15 se realizó la exploración radicular, a longitud de estudio y se eliminaron los restos pulpares, irrigando con hipoclorito de sodio al 2.5% (Fig. 19).

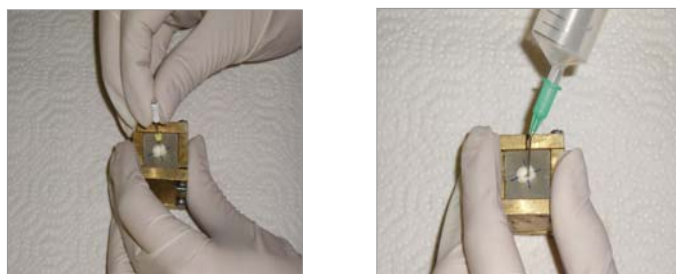


Fig. 19. Exploración radicular e Irrigación.

Luego se realizaron los cortes para poder observar los distintos niveles del conducto radicular al ser instrumentado, mediante una sierra de baja velocidad (ISOMET, low speed saw, BUEHLER) utilizando un disco cortante de diamante (BUEHLER, 1/2" -12,7 mm.) (Fig. 20).

Se realizaron dos cortes transversales separando los tres tercios dentarios.



Fig. 20. ISOMET, low speed saw, BUEHLER.

Luego se tomaron fotografías de todos los cortes realizados utilizando una lupa estereoscópica a un aumento de 1x, con una cámara digital Integrada Olympus con un Zoom óptico de 4x (Fig.21).



Fig.21. Lupa Estereoscópica con cámara integrada Olympus

Después de esto se realizó el pesaje en diez milésimas de gramo de los cuerpos de prueba en una pesa Sartorius BP 121 S (Fig.22).



Fig.22. Pesa Sartorius BP 121 S con un cuerpo de prueba.

### Selección de los grupos

Los dientes fueron enumerados en orden ascendente del número 1 al 45. Luego se realizó una selección aleatoria simple de las muestras y se asignaron 15 cuerpos de prueba al grupo A, 15 al grupo B y 15 al Grupo C (Control).

El grupo A fue preparado con instrumental rotatorio ProTaper®, el grupo B fue preparado con HERO® y el grupo Control con Fresas Gates Glidden.

### Intervención según grupo

Todos los grupos fueron irrigados mediante el mismo protocolo. Se usó Glyde (recomendado por el fabricante) e Hipoclorito de sodio. El Hipoclorito de sodio se utilizó al 2,5% por 5 segundos, con jeringas desechables de 5ml y agujas de calibre 21 G, en cada conducto (Paqué, 2005). Se utilizó una gota de Glyde a la entrada del conducto antes de realizar la instrumentación.

#### *Grupo A ProTaper*

El grupo A fue preparado con el sistema ProTaper utilizando un motor eléctrico de baja velocidad NSK EndoMate DT® siguiendo el protocolo de instrumentación dada por el fabricante bajo el concepto Crown Down.

*Técnica ProTaper propuesta por el fabricante. (www.maillefer.ch; con modificación posterior del Dr. G. Cantatore)*

- Procedimientos
  - Se comienza tomando el tiempo de trabajo. Inicio del cronómetro.
  - Localizar y permeabilizar los conductos con limas manuales K 15, ayudados de abundante irrigación, confirmar la permeabilidad del foramen, con preevaluación de la longitud radicular.
  - Instrumentar a longitud de estudio con una lima K 15.
  - Instrumentar a longitud de estudio con una lima 20 K Flexofile. Recapitular.
  - Comenzar con la lima S1 aplicando una ligera presión en dirección apical, hasta encontrar resistencia, en lo posible hasta  $\frac{3}{4}$  de la longitud de trabajo. Recapitular.
  - Cambiar a la lima SX para trabajar el tercio coronario del conducto utilizando movimiento de cepillado hacia las paredes hasta conseguir la conicidad deseada. Recapitular.
  - Iniciar nuevamente la instrumentación con la lima S1 hasta  $\frac{3}{4}$  de la longitud de trabajo. Recapitular.
  - Irrigación abundante y secado del conducto. Fin del tiempo cronometrado.

En este momento ya está preparado el Crown-Down mediante instrumentación mecanizada ProTaper®.

*Grupo B HERO Shaper®:*

El grupo B fue preparado con el sistema HERO® siguiendo las instrucciones del fabricante.

*Técnica propuesta por el fabricante: para HERO Shaper® (www.micro-mega.com)*

o Procedimiento

- Se comienza tomando el tiempo de trabajo. Inicio del cronómetro.
- Localizar y permeabilizar los conductos con limas manuales K 15, ayudados de abundante irrigación, con preevaluación de la longitud radicular.
- Instrumentar a LE con una lima K 15.
- Instrumentar a LE con una lima 20 K Flexofile. Recapitular.
- Utilizar el instrumento 25 taper 0,6 aplicando una ligera presión en dirección apical y en lo posible hasta  $\frac{3}{4}$  de la longitud de trabajo. Recapitular.
- Utilizar el instrumento 25 taper 0,4 hasta  $\frac{3}{4}$  de la longitud de trabajo. Recapitular.
- Utilizar el instrumento 25 taper 0,6 hasta  $\frac{3}{4}$  de la longitud de trabajo. Recapitular.
- Irrigación abundante y secado del conducto. Fin del tiempo cronometrado

En este momento ya está preparado el Crown-Down mediante instrumentación mecanizada HERO®.

*Grupo Control*

El grupo Control fue preparado con el sistema de fresas de baja velocidad Gates Glidden siguiendo las instrucciones del fabricante.

o Procedimiento

- Se comienza tomando el tiempo de trabajo. Inicio del cronómetro.
- Localizar y permeabilizar los conductos con limas manuales K 15, ayudados de abundante irrigación, con preevaluación de la longitud radicular.
- Instrumentar a LE con una lima K 15.
- Instrumentar a LE con una lima 20 K Flexofile. Recapitular.
- Utilizar la fresa Gates Glidden 1 hasta los  $\frac{3}{4}$  de la longitud de trabajo y retirar. Recapitular.
- Utilizar la fresa Gates Glidden 3 hasta que presente resistencia y retirar. Usar con movimientos de pumping. Recapitular.
- Utilizar la fresa Gates Glidden 2 hasta que presente resistencia y retirar. Usar con movimientos de pumping. Recapitular.
- Utilizar la fresa Gates Glidden hasta los  $\frac{3}{4}$  de la longitud de trabajo. Usar con movimientos de pumping. Recapitular.
- Irrigación abundante y secado del conducto. Fin del tiempo cronometrado

En este momento ya está preparado el Crown-Down mediante instrumentación con fresas Gates Glidden®.

### Preparación del tercio apical

Previo a la preparación del tercio apical se determinó la longitud de trabajo mediante una radiografía de Control de Longitud, utilizando el Método de Ingle. Luego un operador sin conocer a que grupo pertenecía cada diente (Operador ciego) preparó el tercio apical con limas manuales de Níquel Titanio (NiTi Flex Dentsply Maillefer) hasta una MAF 35.

### Recolección de datos post intervención

Una vez efectuadas todas las preparaciones se tomaron radiografías a todos los dientes y se almacenaron digitalmente para ser analizadas por el programa IMAGE J (Fig. 23)

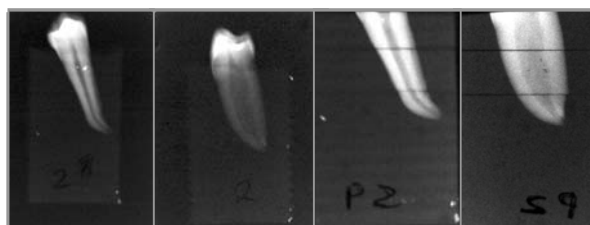


Fig. 23. Radiografías Pre y Post instrumentación.

Después se realizó el pesaje en diez milésimas de gramo de los cuerpos de prueba.

Luego los cortes dentarios realizados se evaluaron con lupa estereoscópica 1x y fueron fotografiados con una cámara digital Integrada Olympus con un Zoom óptico de 4x (Fig. 24).

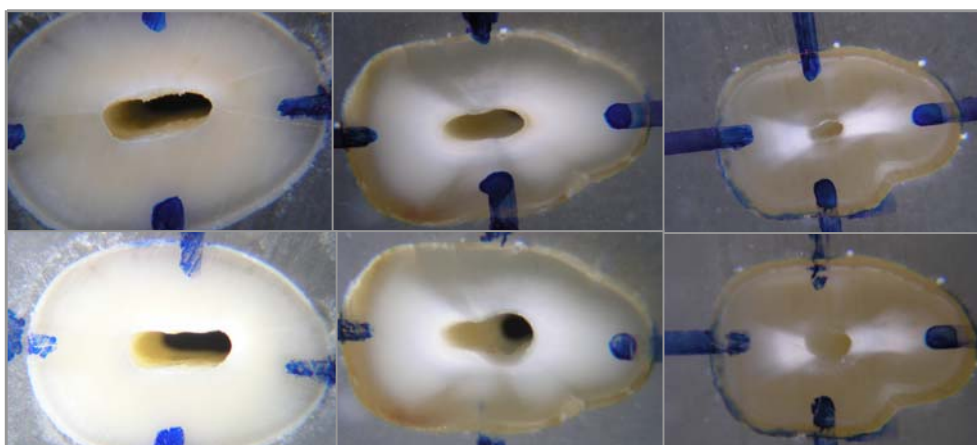


Fig. 24. Fotos Cortes Dentarios Pre y Post Tratamiento.

Las Fotografías obtenidas pre y post tratamiento se analizaron en el programa IMAGE J, previa superposición de éstas en el programa COREL PHOTOPAINT 12 (Fig. 25).

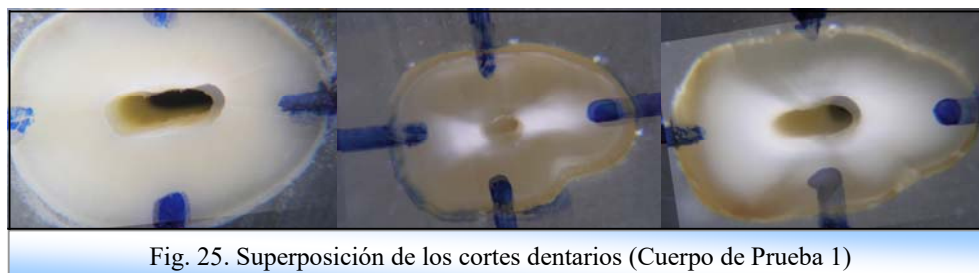


Fig. 25. Superposición de los cortes dentarios (Cuerpo de Prueba 1)

Dichas observaciones fueron efectuadas en cada uno de los tercios de los conductos radiculares.

Los resultados fueron llevados a tablas confeccionadas para la recolección de datos.

#### Análisis estadísticos

El test que se utiliza para hacer comparaciones en más de dos grupos a un factor es el ANOVA Unidireccional (Análisis de Varianza). Para aplicarlo hay que corroborar que se cumplan los supuestos básicos, como son el supuesto de normalidad y el de homogeneidad de varianza. En caso que estos supuestos no se cumplan, será necesario utilizar un test no paramétrico, denominado, Test de Kruskal –Wallis, para comparar los grupos con cada factor.

Para evaluar el supuesto de normalidad se utilizó el Test de Kolmogorov-Smirnov y para evaluar el supuesto de igualdad de varianza se usó el Test de Bartlett.

Para observar diferencias en las medias se hicieron pruebas no paramétricas para el grupo C (control) con respecto al grupo A y al grupo B, de manera de detectar si existen diferencias entre el grupo control y el resto de los grupos. La prueba paramétrica usada fue la de Mann-Whitney, que compara dos muestras independientes.

Para realizar las correlaciones en los cortes dentarios se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman.

Para el análisis de las diferencias de los datos se utilizó el software Minitab y para calcular las correlaciones se utilizó el software SPSS.

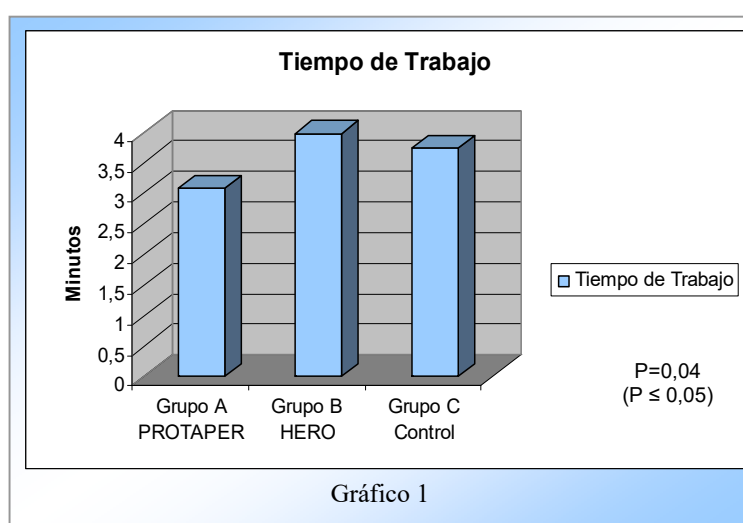
## RESULTADOS

---

45 Dientes fueron seleccionados y analizados en este estudio, 15 para el grupo A PROTAPER, 15 para el grupo B HERO y 15 para el grupo C Control.

El nivel de significancia utilizado en los análisis es de  $p=0,05$  (95% de Confiabilidad).

### Tiempo de Trabajo

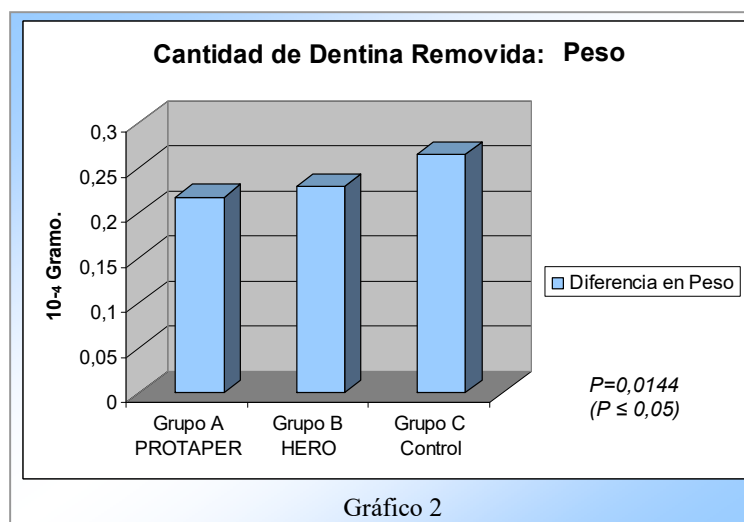


El tiempo de trabajo fue medido en minutos, cronometrados desde el inicio de la preparación hasta el término de ella.

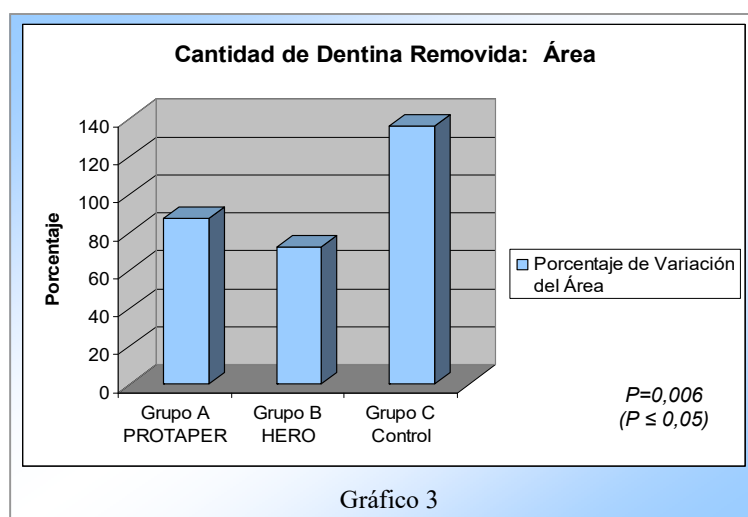
Podemos observar que el grupo A tuvo una media de 3,0886 minutos ( $DS \pm 0,40292$ ), el grupo B tuvo una media de 3,9773 minutos ( $DS \pm 1,06121$ ) y el grupo C de 3,7380 minutos ( $DS \pm 0,68444$ ) (Gráfico 1). Los resultados fueron sometidos a un análisis estadístico mediante el Test de Kruskal - Wallis, que demostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $p=0,004$ ). Mediante el Test de Mann - Whitney se demostró que el tiempo de trabajo de ProTaper® es estadísticamente inferior.

### Cantidad de Dentina Removida

La variable cantidad de dentina removida fue medida en peso y en área.

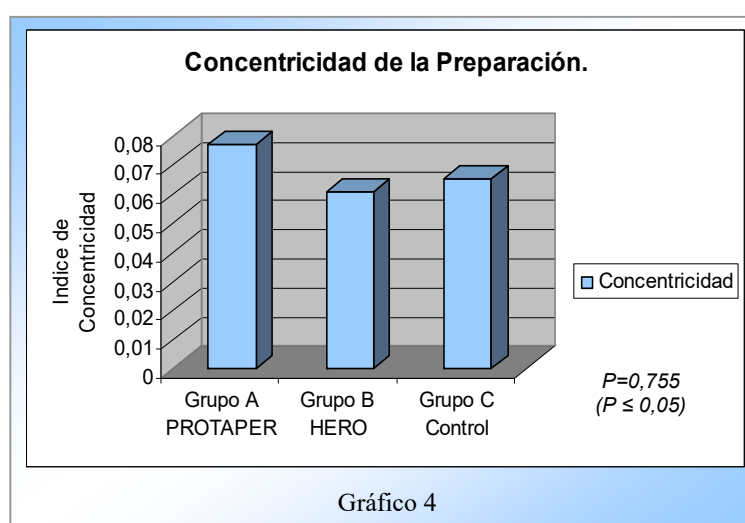


Con respecto al peso, se midió la diferencia de la variación de éste en diez milésimas de gramo ( $g 10^{-4}$ ). El grupo A tuvo una media de  $0,2180 g 10^{-4}$  ( $DS \pm 0.1608$ ), el grupo B de  $0,2292 g 10^{-4}$  ( $DS \pm 0.3551$ ) y el grupo C de  $0,3658 g 10^{-4}$  ( $DS \pm 0.1232$ ). Los resultados fueron sometidos a un análisis estadístico mediante el Test de Kruskal - Wallis, que demostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $p=0,04$ ). Mediante el Test de Mann - Whitney se demostró que HERO® presentó la menor variación de peso ( $p=0,0144$ ) (Gráfico 2).



En relación al área, se midió la diferencia entre ellas, pre y post tratamiento, calculada en porcentaje. Los datos muestran que el grupo A tuvo una media de 87,3545 % (DS  $\pm$  47,8319), el grupo B de 72,6343 % (DS  $\pm$  37,4302) y el grupo C 136,1228 % (DS  $\pm$  131,910) (Gráfico 3). Los datos se analizaron con el Test de Kruskal – Wallis, en donde se encontraron diferencias significativas entre los grupos ( $p=0,006$ ). Para determinar dónde se encontraba la diferencia, se realizó el Test de Mann – Whitney, comprobándose que ProTaper® y HERO® removieron significativamente menos dentina que las Fresas Gates Glidden ( $p=0,0025$  y  $p=0,0028$ , respectivamente), no encontrándose diferencias entre ellos mismos.

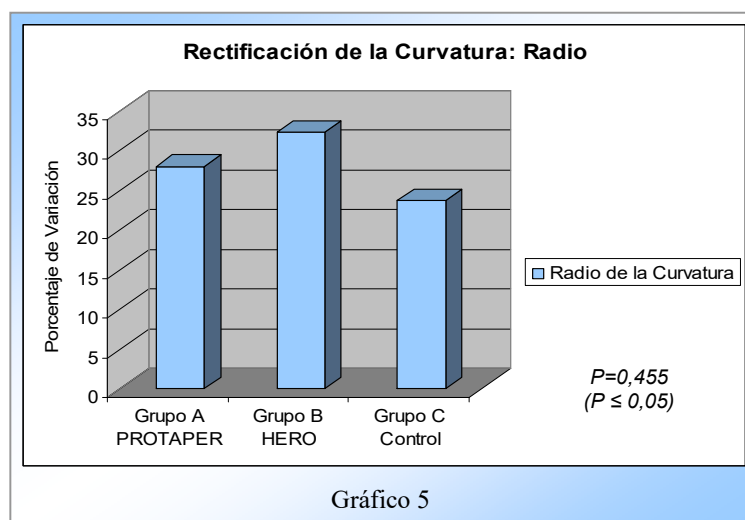
### Concentricidad de la Preparación



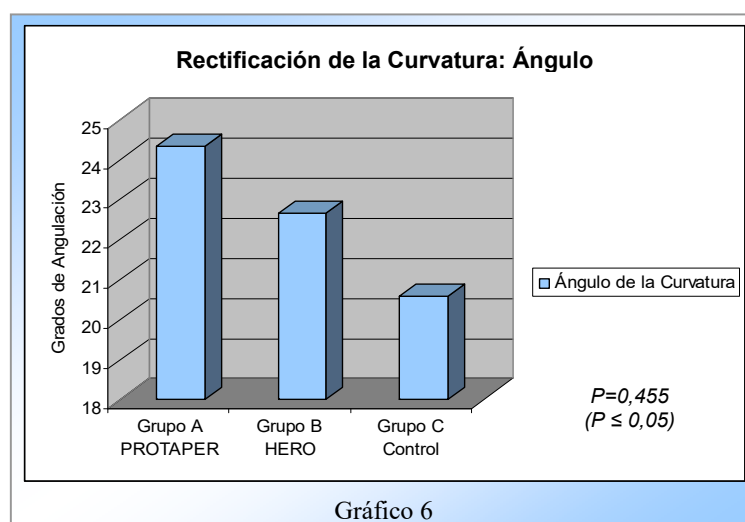
La concentricidad de las preparaciones se midió en las fotografías de los tercios radiculares, pre y post tratamiento, utilizando la fórmula del Índice de Concentricidad (IC). Los datos se obtuvieron calculando la diferencia entre los índices de cada tercio y obteniendo un valor promedio por diente. En el grupo A la media fue de 0,0769 IC (DS  $\pm$  0,05188), en el grupo B de 0,0606 IC (DS  $\pm$  0,0345) y en el grupo C de 0,0654 IC (DS  $\pm$  0,0517) (Gráfico 4). El análisis de Kruskal – Wallis entregó un valor  $p=0,755$ , por lo que no se encontraron diferencias significativas entre las medias de los grupos.

### Rectificación de la Curvatura

La rectificación de la curvatura se midió utilizando las variables Radio y Ángulo de la Curvatura.



La variable “Radio de la Curvatura” se midió en las radiografías digitalizadas, calculando la diferencia entre los radios pre y post tratamiento, representados en porcentaje. El grupo A presentó una media de 27,9876 % (DS  $\pm$  19,8839), el grupo B una media de 32,3337 % (DS  $\pm$  20,4169) y el grupo C de 23,6515 % (DS  $\pm$  15,6262) (Gráfico 5). Estos datos al ser analizados con el Test ANOVA, indicaron que no existe diferencia significativa entre las medias de los grupos ( $p=0,455$ ).



La variable “Ángulo de la Curvatura” se midió, al igual que el Radio, en las radiografías digitalizadas, calculando las diferencias pre y post tratamiento, en forma de porcentaje. La media para el grupo A fue de 24,3295% (DS  $\pm$  14,0565), para el grupo B fue de 22,6675 % (DS  $\pm$  16,0909) y para el grupo C de 20,5794 % (DS  $\pm$  14,0961). Se analizaron los datos con el Test ANOVA, obteniéndose un valor  $p=0,455$ , por lo que no se aprecian diferencias significativas entre las medias de los grupos.

### Correlación entre los Tercios Radiculares

Para establecer la relación entre la concentricidad de los tercios coronarios y medios con el tercio apical de las preparaciones, se realizó el Análisis Correlacional de Spearman, utilizando el Índice de Concentricidad de cada Tercio.

#### Correlaciones Grupo A

			C	M	A
Spearman	C	Coefficiente Correlación	1,000	,114	-,043
		p_valor	.	,685	,879
	M	Coefficiente Correlación	,114	1,000	,301
		p_valor	,685	.	,276
	A	Coefficiente Correlación	-,043	,301	1,000
		p_valor	,879	,276	.
Tabla II. Análisis Correlacional de Spearman para el Grupo A					

En el grupo A, la correlación entre el Tercio Coronario (C) y el Tercio Apical (A), fue de  $p=0,879$  y la correlación entre el Tercio Medio (M) y el Tercio Apical fue de  $p=0,276$ . Con estos valores podemos observar que no existe dependencia entre los tercios (Tabla II).

#### Correlaciones Grupo B

			C	M	A
Spearman	C	Coefficiente de Correlación	1,000	-,518	,093
		p_valor	.	,048	,742
	M	Coefficiente de Correlación	-,518	1,000	,189
		p_valor	,048	.	,499
	A	Coefficiente de Correlación	,093	,189	1,000
		p_valor	,742	,499	.
Tabla III. Análisis Correlacional de Spearman para el Grupo B					

En el grupo B, la correlación entre C y A fue de  $p=0,742$ , y la de M y A fue de  $p=0,499$ , por lo que tampoco se vio relación de dependencia entre ellos (Tabla III).

**Correlaciones Grupo C**

			C	M	A
Spearman	C	Coefficiente de Correlación	1,000	-,093	,329
		p_valor	.	,742	,232
	M	Coefficiente de Correlación	-,093	1,000	,021
		p_valor	,742	.	,940
	A	Coefficiente de Correlación	,329	,021	1,000
		p_valor	,232	,940	.
Tabla IV. Análisis Correlacional de Spearman para el Grupo C					

En el grupo C la correlación entre C y A fue de  $p=0,232$  y la de M y A fue de  $p=0,940$ , por lo que se comprueba que no existe dependencia entre los tercios (Tabla IV).

## ***DISCUSIÓN***

---

El Objetivo final de los instrumentos rotatorios mecanizados es llevar a cabo una preparación del conducto radicular que determine la completa limpieza y conformación del conducto. Esto se debe realizar preservando al máximo el remanente dentario y respetando la anatomía interna, logrando una forma de preparación cónica, con el fin de permitir una irrigación y obturación efectiva del conducto radicular sin modificar la forma original y la curvatura del conducto (Schilder, 1974).

Sin embargo, no existe ninguna técnica de preparación mecanizada hasta la fecha que sea totalmente capaz de prevenir modificaciones en la morfología del conducto, como zips, hombros, transportaciones y rectificaciones (Sonntag, 2006).

Se ha comprobado que la mantención de la anatomía interna del conducto favorece el éxito del tratamiento, lo que fue evaluado por Pettiette et al.(2001), quienes demostraron que el Niquel Titanio es mejor que el Acero Inoxidable cumpliendo esta función, lo que determina un mejor pronóstico del tratamiento.

Es por esta razón que en nuestro estudio tratamos de evaluar todos los aspectos que involucran el concepto de la mantención de la anatomía interna. El objetivo de éste fue comparar la habilidad de conformación de los conductos radiculares con distintos sistemas rotatorios; uno con conicidad progresiva, ProTaper®, y uno con conicidad constante, HERO®, en relación a un método clásico de preparación biomecánica: Fresas Gates Glidden, que son de acero inoxidable, no tienen taper continuo y que al ser más rígidas respetan menos la anatomía interna del conducto.

Los fabricantes de los sistemas ProTaper® y HERO® plantean, respectivamente, que sus instrumentos son los más eficaces en la realización de esta tarea, gracias a las innovaciones en su diseño. Es por esto que se realizó una comparación de estos instrumentales rotatorios en la preparación de los conductos radiculares en cuanto a su capacidad para tallar los dos tercios coronarios del conducto y el efecto que este tallado tuvo en el tercio apical.

Al comparar la habilidad de conformación de distintos tipos de instrumentación, es importante tener diámetros apicales similares (Bergmans et al., 2003). Es por esto que en nuestro estudio se trabajó el tercio apical de todos los dientes hasta la lima 35.

En cuanto al Tiempo de trabajo, ProTaper® resultó ser más rápido que las Fresas Gates Glidden y que HERO®, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre estos dos últimos. La explicación a esta diferencia se debe al número de instrumentos utilizados para cada técnica, siendo éste menor para ProTaper®. El tiempo considerado de trabajo incluyó la irrigación y el cambio de instrumental mientras se preparaban los dos tercios coronarios.

Yang et al. (2006) observaron que el promedio de tiempo de duración del tratamiento fue significativamente menor con el uso de HERO® que con ProTaper®. Si bien en nuestro estudio ProTaper® resultó ser más rápido que HERO®, esto se explicaría debido a que en el estudio antes mencionado se trabajó el conducto completo con los sistemas rotatorios, utilizando la secuencia completa de ProTaper®, la que consta de más instrumentos que HERO®, diferencia que no se observa al preparar exclusivamente los dos tercios coronarios.

Se evaluó la rectificación de la curvatura mediante dos parámetros, radio y ángulo de ésta. Se utilizaron ambos métodos porque se ha comprobado que juntos permiten una mejor evaluación de la variación de la anatomía interna en sentido longitudinal (Yang y cols, 2006). En nuestro estudio no se observó diferencia estadísticamente significativa, lo que difiere del estudio de Yang et al. (2006), quienes en conductos simulados vieron que ProTaper® mostró un mayor grado de rectificación de los conductos en relación a HERO®, al igual que Hülsmann et al. (2003) que comprobó que las preparaciones trabajadas con ProTaper® rectificaban más los conductos que las trabajadas con HERO®.

Esto también se contrapone a otros estudios recientemente publicados (Hülsmann et al. 2001, Peters et al. 2003, Schäfer y Vlassis 2004), lo que se puede explicar debido a que en estas investigaciones se trabajó con instrumental rotatorio hasta el tercio apical, abarcando por completo la curvatura, sin embargo en nuestro caso sólo se trabajaron los dos tercios coronarios, no viéndose afectado el tercio apical, que es donde normalmente se presentan las curvaturas radiculares.

Además el uso de conductos radiculares simulados en bloques de resina, como es el caso del estudio de Yang et al. (2006), no refleja la conducta de los instrumentos en conductos radiculares reales, ya que la dureza y el comportamiento abrasivo del bloque de resina y de la dentina radicular no son los mismos. Es por esta razón que se debe tener cuidado al extrapolar estos resultados a investigaciones en dientes reales (Thompson y Dummer, 1997).

Se evaluó la cantidad de dentina removida en función de dos factores, peso y área, en donde HERO fue significativamente más conservador que los otros instrumentales. En función del área, Gates Glidden fue la más agresiva, lo que no se relacionó con la variable peso.

Al medir cantidad de dentina removida en función del peso, los resultados demostraron no tener diferencias estadísticamente significativas entre ProTaper y Gates Glidden. Esta variable no se correlacionó directamente con el área, debido a que la instrumentación de los conductos no varía el peso de la muestra en una cantidad significativa, al contrario de lo que sucede con el área, que aumentó considerablemente. Esto se produjo a pesar de que la unidad de medida de peso fue a la diez milésima de gramo.

Según Yang et al. (2006), ProTaper® mostró una mayor remoción de dentina que HERO®, y a su vez presentó la creación de una gran conicidad a nivel coronal.

Con respecto a la concetricidad no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, lo que difiere con Yang et al. (2006), en donde HERO® mostró una mayor capacidad de trabajar céntricamente el tercio apical del conducto en comparación con ProTaper®. Esto se puede deber a que en nuestra investigación se escogieron dientes con una anatomía interna favorable, que hace simple la tarea de la preparación biomecánica.

Al evaluar la relación entre la concetricidad de los tercios coronarios y medios en relación al tercio apical no se observó dependencia entre los cortes dentarios. Si se hubiesen utilizado dientes con curvaturas severas es posible que se encontraran diferencias.

Finalmente al observar los resultados obtenidos y relacionar todas las variables entre sí, HERO® es más conservador, sin embargo no encontramos diferencias concluyentes entre los grupos en la mantención de la anatomía interna. Por esto podemos decir que los tres instrumentales utilizados en este estudio son aceptables para realizar la preparación de los dos tercios coronarios del conducto radicular.

Entre las limitaciones de nuestro estudio podemos nombrar el pequeño tamaño de la muestra, el hecho que sea un estudio in Vitro, el haber utilizado herramientas bidimensionales para evaluar la estructura interna del conducto y la falta de experiencia del operador en el uso de Sistemas de Instrumentación Mecanizada de Niquel Titanio.

## **CONCLUSIONES**

---

Al determinar el tiempo de trabajo de los instrumentales utilizados, ProTaper® resultó ser más rápido que HERO® y Gates Glidden. Estos dos últimos no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre sí.

Al evaluar la cantidad de dentina removida al utilizar instrumental rotatorio ProTaper® y HERO® en la preparación de los dos tercios coronarios de los conductos en relación a un grupo control, podemos decir que HERO® demostró ser más conservador en la remoción dentinaria, y las fresas Gates Glidden fueron las más agresivas, siendo estas diferencias estadísticamente significativas.

Al observar la variación de la morfología radicular interna transversal del conducto una vez preparado con instrumental rotatorio ProTaper®, HERO® y Gates Glidden, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

Al observar el grado de rectificación de las curvaturas radiculares posterior a la preparación biomecánica con instrumental rotatorio ProTaper® y HERO® en relación a un grupo control, concluimos que no hay diferencias significativas entre ellos.

Al determinar la relación entre el tercio apical y los dos tercios coronarios radiculares utilizando instrumental rotatorio ProTaper® y HERO® en relación a un grupo control, podemos decir que no existe dependencia entre ellos.

## ***SUGERENCIAS***

---

Para investigaciones futuras proponemos el uso de:

- Molares como cuerpos de prueba, ya que entregan una anatomía radicular más compleja, lo que permite realmente poner a prueba la efectividad de los instrumentos.
- Mayor tamaño muestral, para evaluar con mayor certeza estadística todas las variables medidas en este estudio.
- Utilizar instrumentos imagenológicos que permitan un análisis tridimensional de las estructuras dentarias, como por ejemplo la Tomografía Axial Computarizada.
- La variable “cantidad de dentina removida”, medida en función del peso no resultó ser significativa a pesar de ser medida con alta precisión. Se recomienda utilizar solo la variable área de la remoción.
- El uso del cubo de Kuttler para el montaje de los dientes es de uso extremadamente complejo y el material con que está construido se deforma fácilmente, por lo que recomendamos su uso de preferencia individual, o como máximo para cinco muestras.

## **RESUMEN**

---

Se comparó la preparación biomecánica de conductos radiculares, utilizando PROTAPER y HERO en relación a un grupo Control tratado con Gates Glidden. La muestra constó de 45 premolares inferiores. Se montaron en el Cubo de Kuttler, se tomaron radiografías de estudio, se descoronaron y se cortaron transversalmente dividiendo al diente en tres, fotografiando cada tercio con una cámara integrada a una lupa estereoscópica y se pesaron. Se asignaron aleatoriamente 15 muestras a cada grupo; se prepararon los dos tercios coronarios: Grupos: A PROTAPER, B HERO, C Control, cronometrando los tiempos de trabajo, se tomaron Radiografías de Conductometría y se preparó el tercio apical con limas NiTiFlex. Se fotografiaron nuevamente los tercios radiculares, se tomaron Radiografías Post-Instrumentación y se volvieron a pesar. Radiográficamente se midió el Ángulo y Radio de la Curvatura Pre y Post Instrumentación y fotográficamente las diferencias de Áreas y la Concentricidad de las preparaciones. El ángulo y radio se analizaron con el Test ANOVA y las otras variables con el Test de Kruskal-Wallis. Si existían diferencias significativas, se realizó el Test de Mann-Whitney. El Test Correlacional analizó la dependencia entre tercios radiculares. Los resultados son: Tiempo de Trabajo: PROTAPER fue significativamente más rápido ( $p=0,004$ ,  $p\leq 0,05$ ); Dentina removida: HERO fue más conservador ( $p=0,0144$ ,  $p\leq 0,05$ ); Concentricidad y Rectificación de la curvatura: no hubo diferencias significativas; Correlación entre los tercios: no hay dependencia ( $p<0,05$ ). En conclusión HERO es más conservador y PROTAPER es más rápido, pero los tres son aceptables en la preparación de los dos tercios coronarios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Ankrum, M. T.; Hartwell, G. R.; Truitt, J. (2004): "EK3 Endo, ProTaper, and Profile Systems: Breakage and Distortion in severely curved roots of molars". *J Endod* 30 (4): 234-237.
- Apuntes Cátedra de Endodoncia. (2003): Escuela de Odontología. Facultad de Odontología. Universidad de Valparaíso.
- Baugh, D.; Wallace, J. (2005): "The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature". *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 31 (5): 333-340.
- Baumann, M. (1999): "Effect of Experience on Quality of Canal Preparation with Rotary Nickel-Titanium Files". *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 88 (6): 714-718.
- Beer R; Baumann M; Kim S (2000) "Atlas de Endodoncia". Editorial Masson, S.A.
- Bergmans, L.; Van Cleynenbreugel, J.; Beullens, M.; Wevers, M.; Van Meerbeek, B.; Lambrechts, P. (2003): "Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments". *Int Endod J* 36 (4): 288-295.
- Blum, J-Y.; Machtou, P.; Ruddle, C. (2003): "Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: value of the safety quotient". *J Endod*: 29 (9): 567-575.
- Brau-Aguadé, E.; Pumarola-Suñé, J. (2002): "Reflexiones a la técnica de instrumentación rotatoria y aplicación clínica del HERO 642". *RCOE* 7:261-270.
- Byström, A.; Sundqvist, G. (1985): "The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy". *Int Endod J* 18 (1): 35-40.
- Cohen, S.; Burns, R. (2005): "Vías de la Pulpa". Cap. 7: Limpieza y remodelado del Sistema de conductos Radiculares. 8ª Edición. Editorial Harcourt, S.A. Argentina. 227-287.
- Fife, D; Gambarini D.; Britto Lr. (2004): "Cyclic Fatigue Testing of ProTaper NiTi Rotary Instruments after Clinical use". *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 97 (2): 251-256.
- Gambill, J. M.; Alder, M.; Del Rio, CE. (1996): "Comparison of NiTi and Stainless Steel Hand File Instrumentation using Computed Tomography". *J Endod.* 22 (7): 367-369.
- Gandarillas, H.; Nasi, M. (2000): Seminario de Tesis, Estudio comparativo de sistemas rotatorios Quantec y Profile durante la PBM in Vitro. Escuela de Odontología. Facultad de Odontología. Universidad de Valparaíso.
- Garberoglio, R; Becce, C. (1994): "Smear layer removal by root canal irrigants. A comparative scanning electron microscopic study". *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 78 (3): 359-367.
- Gatot, A. (1991): "Effects of sodium hypochlorite on soft tissues after its inadvertent injection beyond the root apex". *J Endod* 17 (11): 573-574.
- Goldberg, F.; Abramovich, A. (1977): "Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls on the root canal". *J Endod.* 3 (3): 101-115.
- Goldman, M.; Goldman, L. B.; Cavaleri, R.; Bogis, J.; Peck, S. L. (1982): "The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: part 2". *J Endod* 8 (11): 487-492.
- Haikel, Y.; Serfaty, R.; Bateman, G.; Senger, B.; Allemann, C. (1999): "Dynamic and Cyclic Fatigue of Engine-Driven Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments". *J Endod* 25 (6): 434-440.

[Http://www.dentsply.com](http://www.dentsply.com)

[Http://www.maillefer.com](http://www.maillefer.com)

[Http://www.micro-mega.com/angle](http://www.micro-mega.com/angle)

Hülsmann, M.; Schader, M.; Schäfers, F. (2001): "A comparative study of root canal preparation with HERO 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments".

*Int Endod J* 34 (7): 538-546.

Kuttler, S.; Garala, M.; Pérez, R.; Dorn, S. O. (2001): "The Endodontic Cube: a system designed for evaluation of root canal anatomy and canal preparation".

*J Endod* 27 (8): 533-536.

Leonardo, M. R.; De Toledo, R. (2002): Cap. 1: "Perfeccionamiento y simplificación de técnicas endodónticas"; Cap. 3: "Sistemas Rotatorios: Principios Generales"; Cap. 15: "Sistema HERO 642"; Cap. 18: "Sistema ProTaper". "Sistemas Rotatorios en Endodoncia: Instrumentos de Níquel-Titanio". Editorial Artes Médicas Ltda. 1-36; 37-50; 229-238; 261-274.

McComb, D.; Smith, D. C. (1975): "A preliminary scanning electron microscopic study of Root Canals after endodontic procedures". *J Endod* 1(7): 238-242.

Machtou, P.; Webber, J. (2001): "ProTaper, Report". Newsletter Dentsply Maillefer junio - julio.

Mader, C. L.; Baumgartner, J. C.; Peters, D. D. (1984): "Scanning electron microscopic investigation of the Smear Layer on root canal walls". *J Endod.* 10 (10): 477-483.

Martín, B. (2003): "Factors Influencing the Fracture of Nickel-Titanium Rotary Instruments".

*Int Endod J* 36 (4): 262-266.

Paqué, F. (2005): "Comparison of Root Canal Preparation Using RaCe and ProTaper Rotary Ni-Ti Instruments". *Int Endod J* 38 (1): 8-16.

Peng, B.; Sheng Y.; Cheung G. S.; Xia T. J. (2005): "Defects in ProTaper S1 Instruments after Clinical Use: Longitudinal Examination". *Int Endod J* 38 (8): 550-557.

Peters, O. A.; Peters, C. I.; Schonenberger K; Barbakow F (2003): "ProTaper Rotary Root Canal Preparation Effects of Canal Anatomy on Final Shape Analyzed by Micro CT".

*Int Endod J* 36 (2): 86-92.

Peters, O. A. (2004): "Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal Systems: A review". *J Endod* 30 (8): 559-567.

Pettiette, M. T.; Delano, E. O.; Trope, M.(2001): "Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-Files and Níquel Titanium Hand files".

*J Endod* 27 (2): 124-127.

Pruett, J. P.; Clement, D. J.; Carnes, D. L. (1997): "Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments". *J Endod* 23 (2): 77-85.

Rapisarda, E. (1999): "Effect of Sterilization on the Cutting Efficiency of Rotary Níquel-Titanium endodontic Files".

*Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 88 (3): 343-347

Ricucci, D. (1998): "Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review". *Int Endod J* 31 (6): 384-393.

Ricucci, D.; Langeland, K. (1998): "Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. An histological study". *Int Endod J* 31 (6): 394-409.

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

Ruddle, C. (2001) b: "The ProTaper Technique: Endodontics Made Easier".

*Dent Today* 20 (11): 58-64, 66-68.

- Ruddle, C. (2002): "Cleaning and Shaping the Root Canal System". IN: Cohen S, Burns RC, The Pathways of the pulp, 8th edn. St Louis, MO: Mosby, 231 –292.
- Schäfer, E. (1997): "Root Canal Instruments for Manual Use: A review". *Endod Dent Traumatol* 13 (2): 51-64.
- Schäfer, E.; Vlassis, M. (2004): "Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals". *Int Endod J* 37 (4): 229-238.
- Schilder, H. (1974): "Cleaning and shaping the root canal". *Dent Clin North Am*: 18 (2): 269-296.
- Schrader, C. (2005): "Analysis of Torque and Force with Different Tapered Rotary Instruments in Vitro". *J Endod* 31 (2): 120-124.
- Silvaggio, J.; Hicks, M. L. (1997): "Effect of Heat Sterilization on the Torsional Properties of Rotary Niquel Titanium Endodontic Files". *J Endod* 23 (12): 731-734
- Soares y Goldberg. (2002): Cap. 6: Preparación del conducto radicular: Instrumental Endodóntico. Cap 7: Preparación del conducto radicular: Limpieza y Conformación. Cap 8: Procedimientos químicos auxiliares de la Preparación Quirúrgica. Endodoncia: "Técnicas y Fundamentos" Editorial Médica y Panamericana. 65-74; 77-102; 127-139.
- Sonntag, D.; Stachniss-Carp, S.; Stachniss, C.; Stachniss, V. (2006): "Determination of Root Canal Curvatures before and after canal preparation (Part II): A method based on numeric calculus". *Aust Endod J* 32 (1): 16-25.
- Stock, C.; Gulabivala, K.; Walter, R.; Goodman, J. (1996): Cap. 7: Preparación del conducto radicular". "Atlas en Color y Texto de Endodoncia". Editorial Harcourt Brace. 95-144.
- Thompson, S. A. (2000): "An Overview of Nickel-Titanium Alloys used in Dentistry". *Int Endod J* 33 (4): 297-310.
- Thompson, S. A.; Dummer, P. M. H. (1997): "Shaping ability of ProFile .04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated canals. Part 1". *Int Endod J* 30 (1): 1-7.
- Torabinejad, M.; Handysides, R.; Khademi, A.; Bakland, L. (2002) "Clinical implications of the Smear Layer in Endodontics: A review". *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 94 (6): 658-666.
- Ullmann, C.; Peters, O. A. (2005): "Effect of Cyclic Fatigue on Static Fracture Loads in ProTaper Nickel-Titanium Rotary Instruments". *J Endod* 31 (3): 183-186.
- Valencia, M. (1990): "Soluciones irrigadoras en Endodoncia". *Revista española de Endodoncia* 1: 8-1.
- Varela, P.; Martín, B.; Rodriguez, C.; Cantatore, G.; Gonzalez, J.(2005): "The Influence of a Manual Glide Path on the Separation Rate of NiTi Rotary Instruments". *J Endod* 31 (3): 114-117.
- Yamada, R. S.; Armas, A.; Goldman, M.; Peck, S-L. (1983): "A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: part 3". *J Endod* 9 (4): 137-142.
- Yang, G.; Zhou, X.; Zhang, H.; Wu, H. (2006): "Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in simulated root canals". *Int Endod J* 39 (10): 791-799.
- Yared, G. M.; Bou Dagher, F. E.; Machtou, P. (2001): "Failure of profile instruments used with high and low torque motors". *Int Endod J* 34 (8): 471-475.
- Yun, H.; Kim, S. K. (2003): "A comparison of the Shaping Abilities of 4 Nickel-Titanium Rotary Instruments in Simulated Root Canals". *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 95 (2): 228-233.

Yoshimine Y.; Ono M.; Akamine A. (2005) "The shaping effects of three niquel titanium rotary instruments in simulated S shaped canals". *J Endod.* 31 (5): 373-5.

## **ANEXOS**

---

### **Análisis Estadístico**

El siguiente análisis estadístico tiene por objetivo comparar tres instrumentos odontológicos, en distintos factores o variables, y calcular correlación entre tercios radiculares en cuánto a la concentricidad de las preparaciones.

El test que sirve para hacer comparaciones en más de dos grupos a un factor es el ANOVA (Análisis de Varianza). Para utilizarlo hay que corroborar que se cumplan los supuestos básicos, como son el supuesto de normalidad y el de homogeneidad de varianza. En caso que estos supuestos no se cumplan, será necesario utilizar un test no paramétrico, denominado, test de Kruskal –Wallis, para comparar los grupos con cada factor.

Los factores son:

- Tiempo de trabajo (minutos).
- Pesos (%).
- Concentricidad (promedio diente).
- Área (promedio diente).
- Ángulo de la curvatura (%).
- Radio de la curvatura (%).

Los niveles (instrumentos odontológicos) para cada factor son:

- Grupo A (Protaper).
- Grupo B (Hero).
- Grupo C (Gates Glidden).

Para el análisis de las diferencias de los datos se utilizó el software Minitab y para calcular las correlaciones se utilizó el software SPSS

### **Comprobación de los supuestos**

Para el supuesto de normalidad se utilizará el test de Kolmogorov-Smirnov, el cual plantea las siguientes hipótesis:

$H_0$  : Los datos provienen de una distribución normal.

v/s

$H_1$  : Los datos no provienen de una distribución normal.

Para el supuesto de igualdad de varianza se utilizará el test de Bartlett, el cual plantea las siguientes hipótesis:

$$H_0 : \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$$

v/s

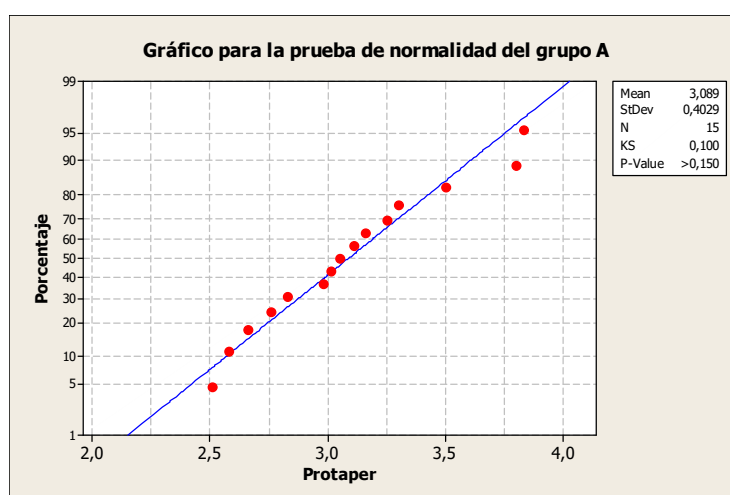
$$H_1 : \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$$

El nivel de significancia a utilizar para las regiones de rechazo será de un 5%.

### Tiempo de trabajo

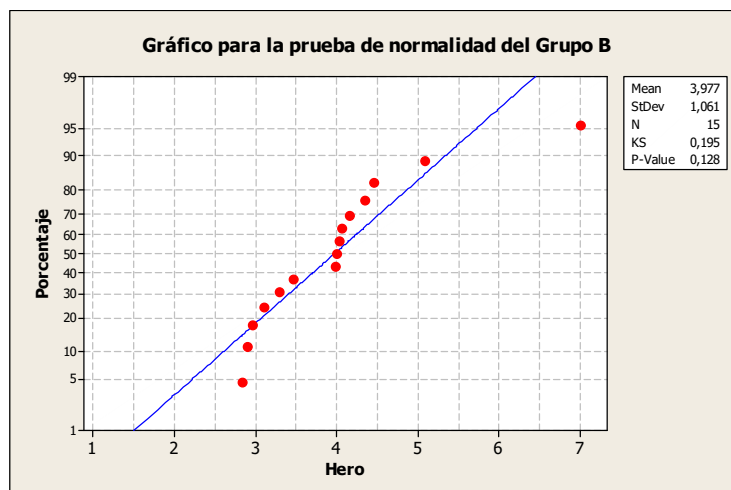
Pruebas de normalidad para cada nivel del factor

#### **Grupo A**



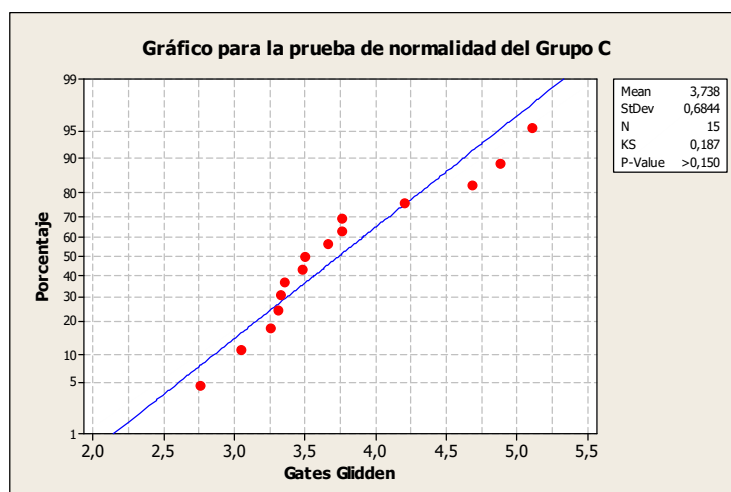
El p-valor obtenido fue  $>0,150$  (no es menor a  $0,05$  (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo A los datos provienen de una distribución normal.

## Grupo B



El p-valor obtenido fue 0,128 (no es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo B los datos provienen de una distribución normal.

## Grupo C



El p-valor obtenido fue  $> 0,150$  (no es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo C los datos provienen de una distribución normal.

### Pruebas de igualdad de varianza para los tres niveles del factor

El software MINITAB arroja los siguientes resultados:

#### Test for Equal Variances

95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

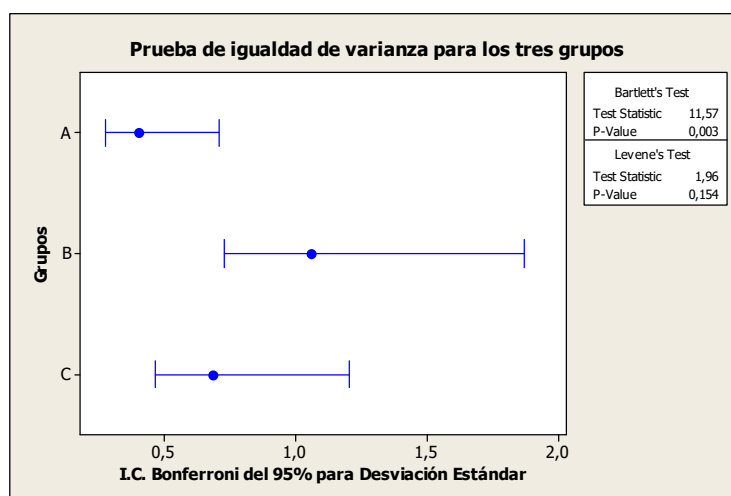
Grupos	N	Lower	StDev	Upper
A	15	0,276528	0,40292	0,71100
B	15	0,728326	1,06121	1,87265
C	15	0,469744	0,68444	1,20779

Bartlett's Test (normal distribution)

Test statistic = 11,57. p-value = 0,003

Levene's Test (any continuous distribution)

Test statistic = 1,96. p-value = 0,154



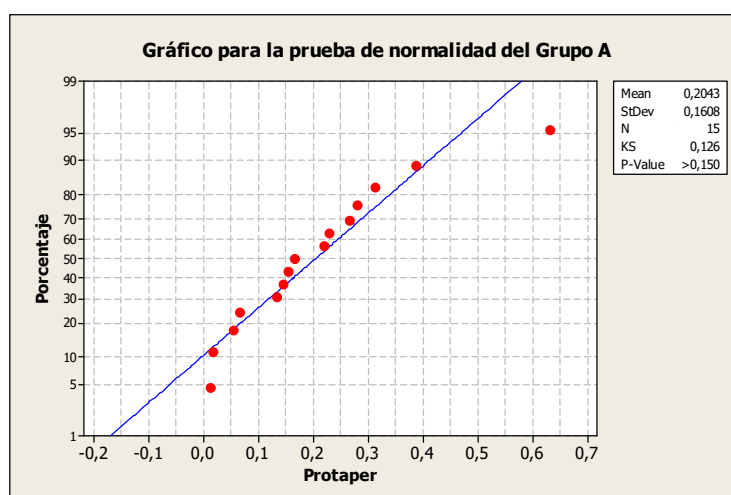
El p-valor obtenido para la prueba de Bartlett fue 0,003 ( $< 0,05$  (5%)), por lo tanto, rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que las varianzas no son iguales en los tres grupos. En este caso se utiliza la prueba de Bartlett porque se sabe que los tres grupos provienen de una distribución normal.

En conclusión, para el factor tiempo de trabajo no se puede utilizar un ANOVA, ya que el supuesto de igualdad de varianza no fue cumplido.

## Peso

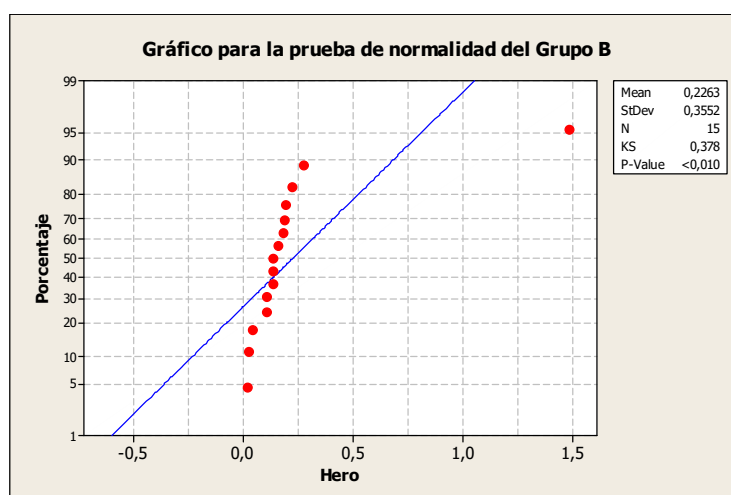
### Pruebas de normalidad para cada nivel del factor

#### Grupo A



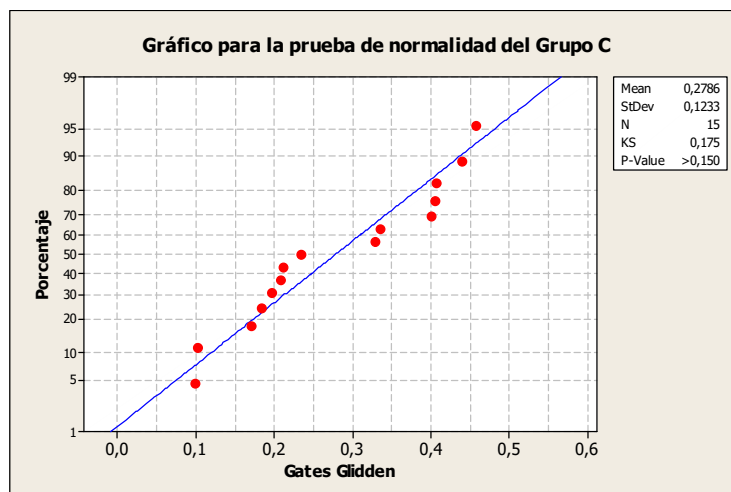
El p-valor obtenido fue  $> 0,150$  (no es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo A los datos provienen de una distribución normal.

#### Grupo B



El p-valor obtenido fue  $< 0,01$  (es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo B los datos no provienen de una distribución normal.

## Grupo C



El p-valor obtenido fue  $>0,150$  (no es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo C los datos provienen de una distribución normal.

### Pruebas de igualdad de varianza para los tres niveles del factor

El software MINITAB arroja los siguientes resultados:

#### Test for Equal Variances

95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

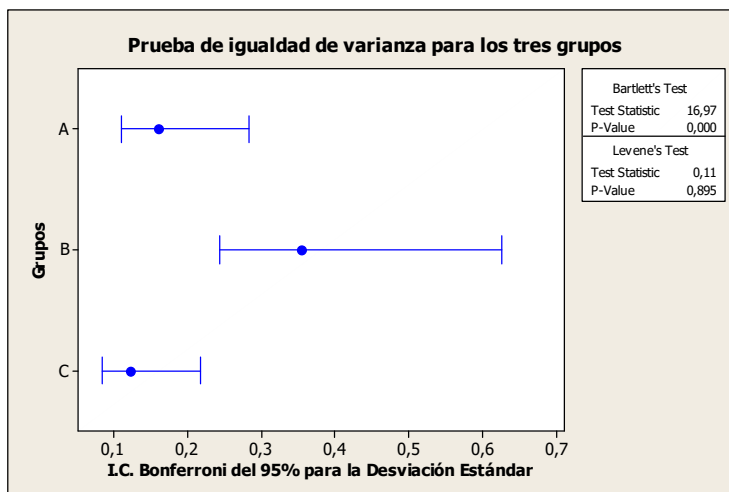
Grupos	N	Lower	StDev	Upper
A	15	0,110383	0,160834	0,283813
B	15	0,243768	0,355183	0,626769
C	15	0,084609	0,123280	0,217544

Bartlett's Test (normal distribution)

Test statistic = 16,97. p-value = 0,000

Levene's Test (any continuous distribution)

Test statistic = 0,11. p-value = 0,895



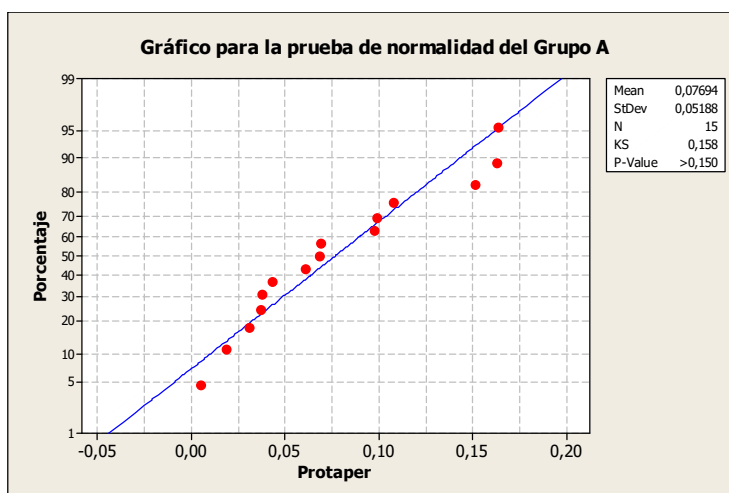
El p-valor obtenido para la prueba de Bartlett fue 0,000 ( $< 0.05$  (5%)), por lo tanto, rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que las varianzas no son iguales en los tres grupos.

En conclusión, para el factor Peso no se puede utilizar un ANOVA, ya que el supuesto de igualdad de varianza no fue cumplido. Además, los datos del grupo B no provienen de una distribución normal.

## Concentricidad

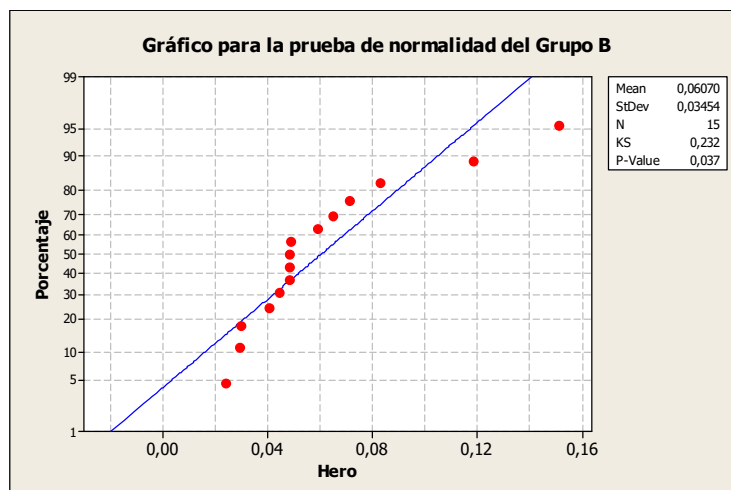
### Pruebas de normalidad para cada nivel del factor

#### **Grupo A**



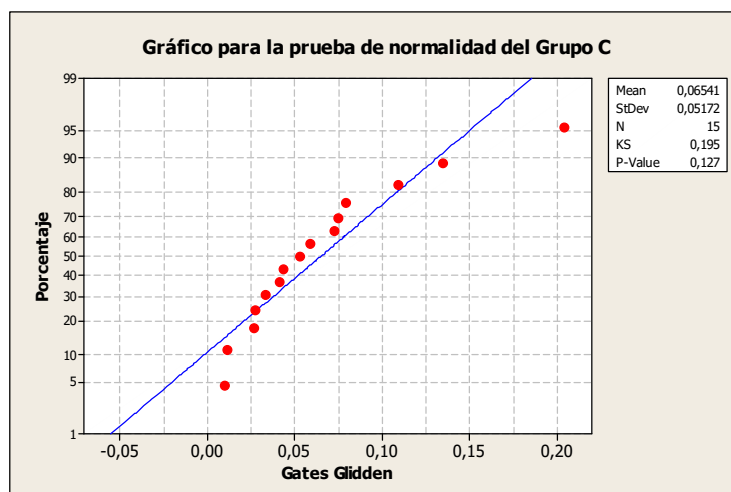
El p-valor obtenido fue  $> 0,150$  (no es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo A los datos provienen de una distribución normal.

## Grupo B



El p-valor obtenido fue menor a 0,037 (es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo B los datos no provienen de una distribución normal.

## Grupo C



El p-valor obtenido fue 0,127 (no es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo C los datos provienen de una distribución normal.

### Pruebas de igualdad de varianza para los tres niveles del factor

El software MINITAB arroja los siguientes resultados:

#### Test for Equal Variances

95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

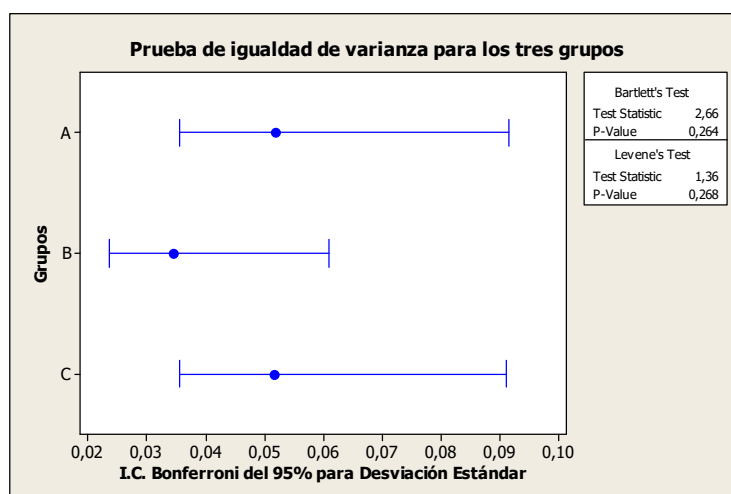
Grupos	N	Lower	StDev	Upper
A	15	0,0356076	0,0518821	0,0915529
B	15	0,0237064	0,0345414	0,0609530
C	15	0,0354937	0,0517162	0,0912602

Bartlett's Test (normal distribution)

Test statistic = 2,66. p-value = 0,264

Levene's Test (any continuous distribution)

Test statistic = 1,36. p-value = 0,268



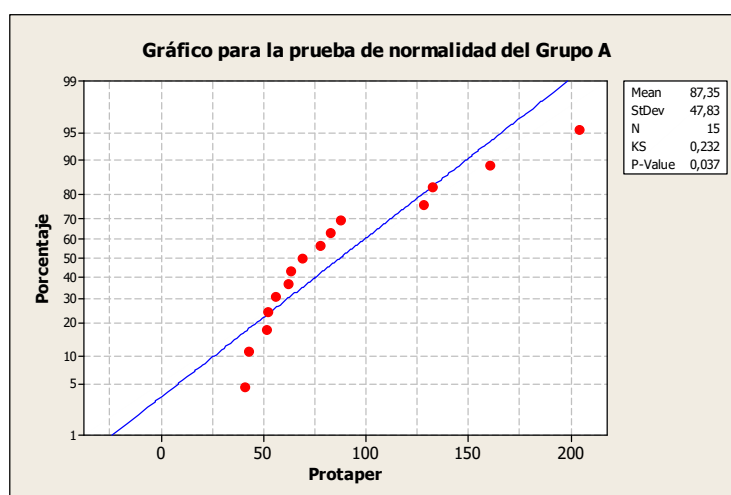
El p-valor obtenido para la prueba de Bartlett fue 0,264 (no es menor a 0,05 (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que las varianzas son iguales en los tres grupos.

En conclusión, para el factor Concentración no se puede utilizar un ANOVA, ya que los datos del grupo B no provienen de una distribución normal.

## Área

### Pruebas de normalidad para cada nivel del factor

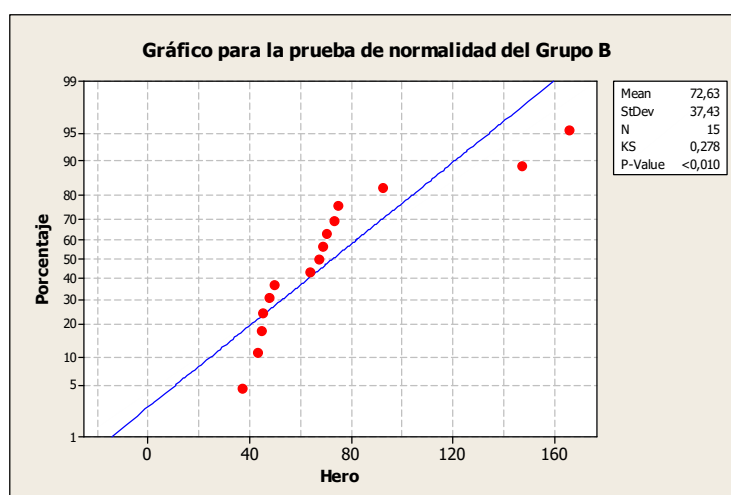
#### Grupo A



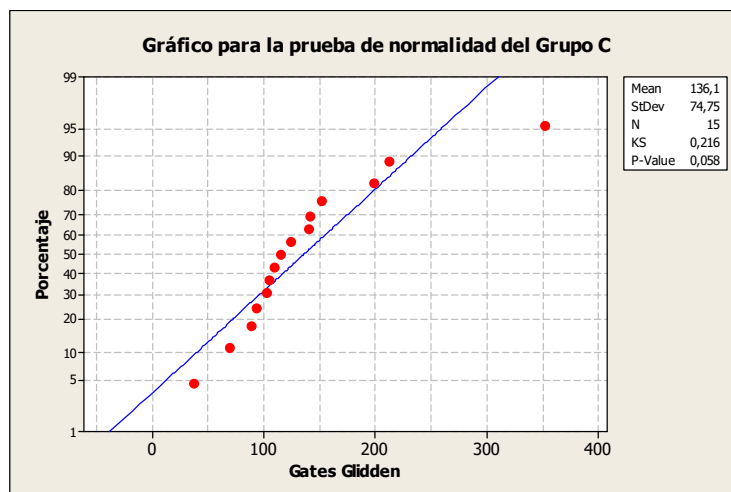
El p-valor obtenido fue menor a 0,037 (es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo A los datos no provienen de una distribución normal.

#### Grupo B

El p-valor obtenido fue  $< 0,010$  (es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo B los datos no provienen de una distribución normal.



## Grupo C



El p-valor obtenido fue 0,058 (no es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo C los datos provienen de una distribución normal.

### Pruebas de igualdad de varianza para los tres niveles del factor

El software MINITAB arroja los siguientes resultados:

#### **Test for Equal Variances**

95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

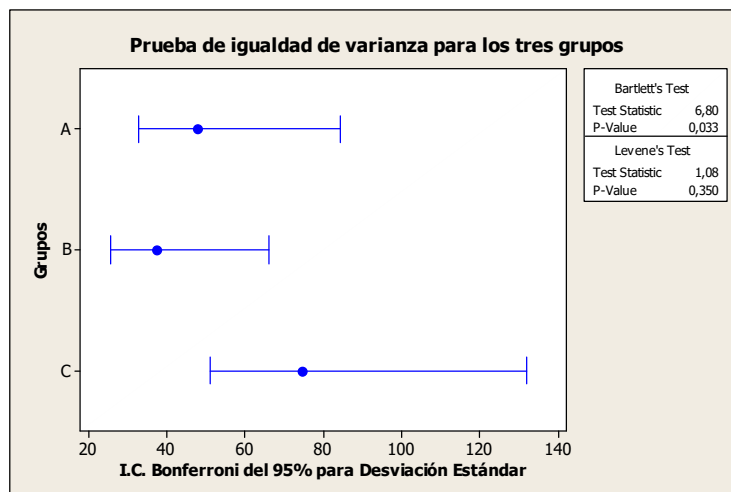
Grupos	N	Lower	StDev	Upper
A	15	32,8279	47,8319	84,406
B	15	25,6890	37,4302	66,051
C	15	51,3035	74,7519	131,910

Bartlett's Test (normal distribution)

Test statistic = 6,80. p-value = 0,033

Levene's Test (any continuous distribution)

Test statistic = 1,08. p-value = 0,350



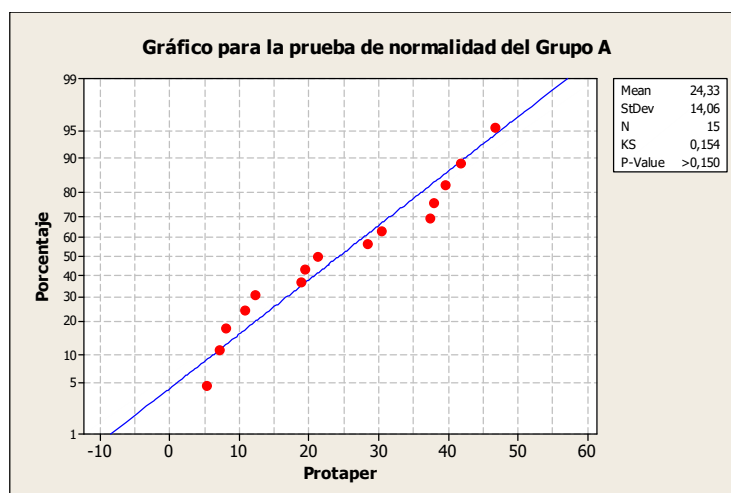
El p-valor obtenido para la prueba de Bartlett fue 0,033 ( $< 0.05$  (5%)), por lo tanto, rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que las varianzas no son iguales en los tres grupos.

En conclusión, para el factor Área no se puede utilizar un ANOVA, ya que el supuesto de igualdad de varianza no se cumplió. Además, los datos del grupo A y B no provienen de una distribución normal.

### Ángulo de la Curvatura

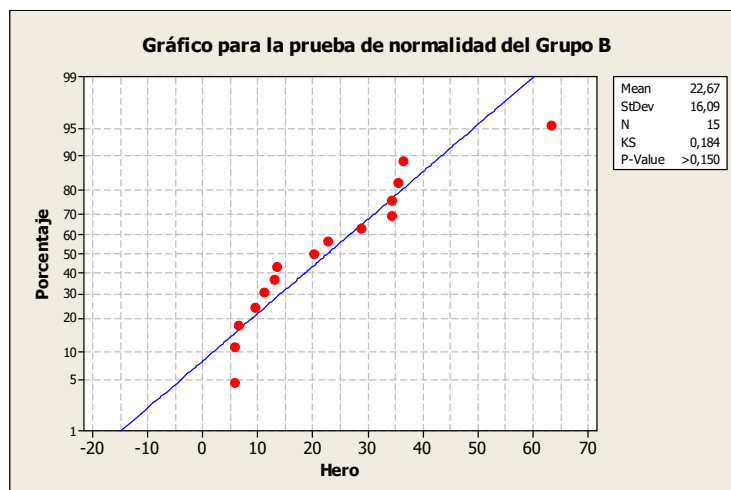
#### Pruebas de normalidad para cada nivel del factor

#### **Grupo A**



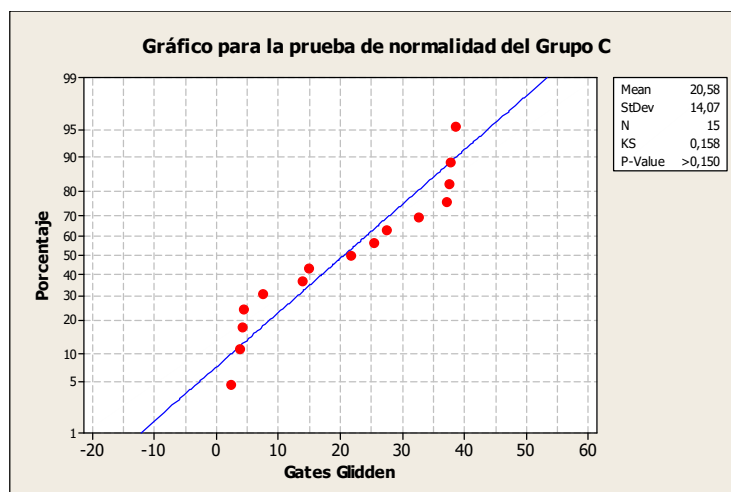
El p-valor obtenido fue  $> 0,150$  (no es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo A los datos provienen de una distribución normal.

## Grupo B



El p-valor obtenido fue  $>0,150$  (no es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo B los datos provienen de una distribución normal.

## Grupo C



El p-valor obtenido fue  $> 0,150$  (no es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo C los datos provienen de una distribución normal.

### Pruebas de igualdad de varianza para los tres niveles del factor

El software MINITAB arroja los siguientes resultados:

#### Test for Equal Variances

95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

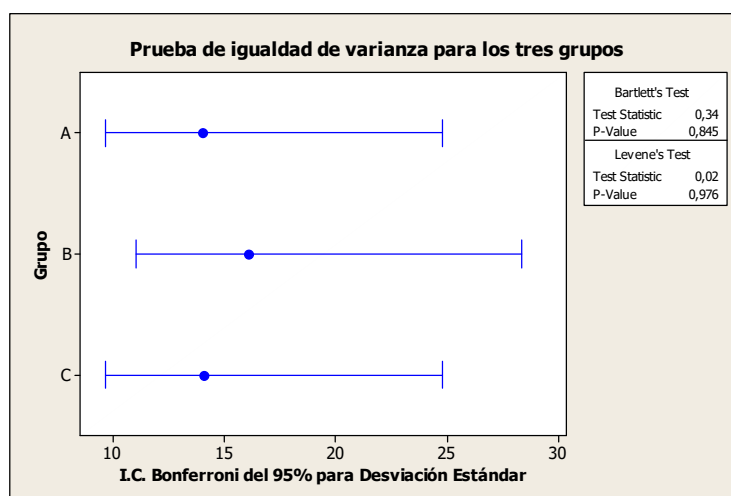
Grupo	N	Lower	StDev	Upper
A	15	9,6472	14,0565	24,8046
B	15	11,0435	16,0909	28,3946
C	15	9,6559	14,0691	24,8269

Bartlett's Test (normal distribution)

Test statistic = 0,34. p-value = 0,845

Levene's Test (any continuous distribution)

Test statistic = 0,02. p-value = 0,976



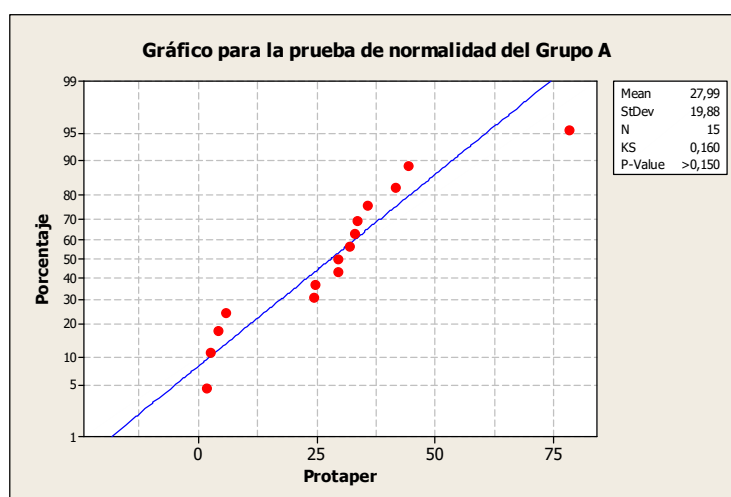
El p-valor obtenido para la prueba de Bartlett fue 0,845 (no es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que las varianzas son iguales en los tres grupos.

En conclusión, para el factor Ángulo de la curvatura se puede utilizar un ANOVA, ya que los datos en los tres grupos provienen de una distribución normal y tienen una varianza en común.

## Radio de la Curvatura

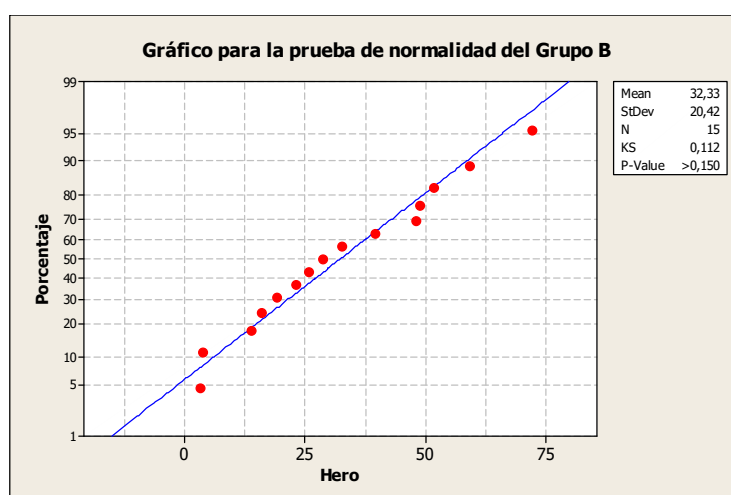
### Pruebas de normalidad para cada nivel del factor

#### Grupo A



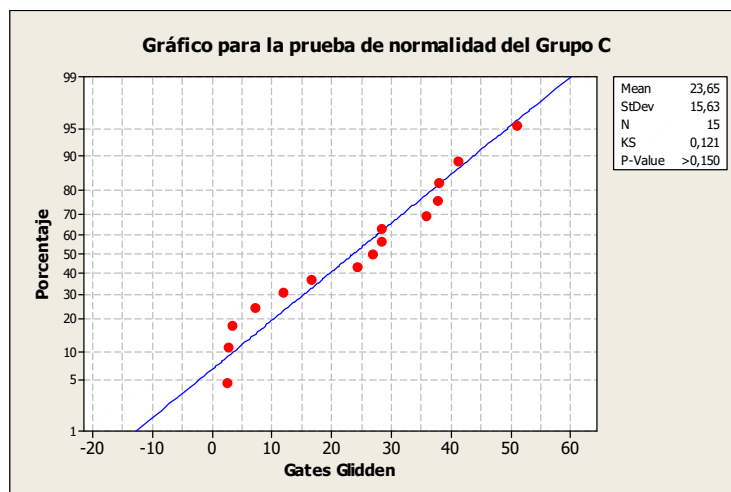
El p-valor obtenido fue  $> 0,150$  (no es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo A los datos provienen de una distribución normal.

#### Grupo B



El p-valor obtenido fue  $> 0,150$  (no es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo B los datos provienen de una distribución normal.

## Grupo C



El p-valor obtenido fue  $> 0,150$  (no es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que en el grupo C los datos provienen de una distribución normal.

### Pruebas de igualdad de varianza para los tres niveles del factor

El software MINITAB arroja los siguientes resultados:

#### Test for Equal Variances

95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

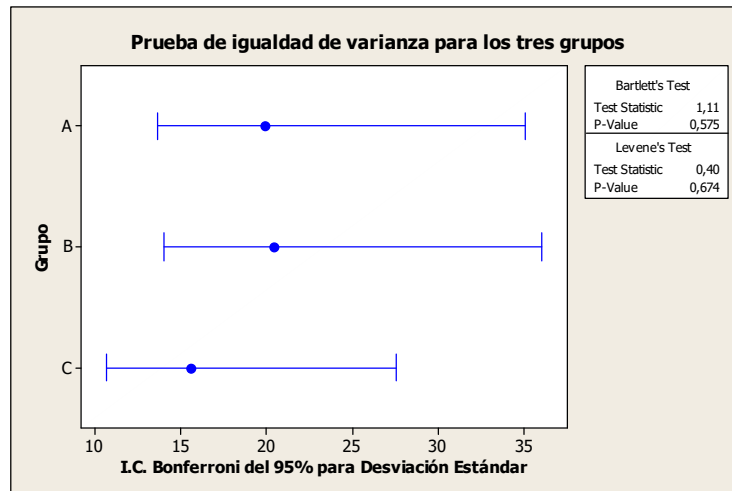
Grupo	N	Lower	StDev	Upper
A	15	13,6467	19,8839	35,0879
B	15	14,0125	20,4169	36,0285
C	15	10,7245	15,6262	27,5745

#### Bartlett's Test (normal distribution)

Test statistic = 1,11. p-value = 0,575

#### Levene's Test (any continuous distribution)

Test statistic = 0,40. p-value = 0,674



El p-valor obtenido para la prueba de Bartlett fue 0,575 (no es menor a 0.05 (5%)), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula ( $H_0$ ). Concluyendo que las varianzas son iguales en los tres grupos.

En conclusión, para el factor Radio de la curvatura se puede utilizar un ANOVA, ya que los datos en los tres grupos provienen de una distribución normal y tienen una varianza en común.

### **Comparaciones de grupos para los factores tiempo de trabajo, peso, concetricidad y área con el test no-paramétrico de Kruskal-Wallis**

Las hipótesis son:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

v/s

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

El nivel de significancia a utilizar para las regiones de rechazo será de un 5%.

**Tiempo de trabajo****Kruskal-Wallis Test**

H = 10,95 DF = 2 P = 0,004

H = 10,96 DF = 2 P = 0,004 (ajustado para empates)

El p-valor (0,004) indica que si hay diferencias en medias entre los tres grupos para el factor Tiempo de Trabajo (Rechazo  $H_0$  ).

**Peso****Kruskal-Wallis Test**

H = 6,46 DF = 2 P = 0,040

El p-valor (0,040) indica que si hay diferencias en medias entre los tres grupos para el factor Peso (Rechazo  $H_0$  ).

**Concentricidad****Kruskal-Wallis Test**

H = 0,56 DF = 2 P = 0,755

El p-valor (0,755) indica que no hay diferencias en medias entre los tres grupos para el factor Concentricidad (No rechazo  $H_0$  ).

**Área****Kruskal-Wallis Test**

H = 10,15 DF = 2 P = 0,006

El p-valor (0,006) indica que si hay diferencias en medias entre los tres grupos para el factor Área (Rechazo  $H_0$  ).

Se encontraron diferencias en media para los grupos A, B y C en los factores tiempo de trabajo, peso y área. En estos factores se harán pruebas no paramétricas para el grupo C (control) con el grupo A y con el grupo B, de manera de detectar si existen diferencias entre el grupo control y el resto de los grupos.

La prueba paramétrica a efectuarse será la de Mann-Whitney que compara dos muestras independientes. La hipótesis nula representa que las muestras son iguales y la hipótesis alternativa representa que existe una diferencia en las muestras.

### **Tiempo de Trabajo**

a) Grupo A v/s Grupo C

#### **Mann-Whitney Test: Protaper v/s Gates Glidden**

El test es significativo en el 0,0048 (ajustado para empates).

El p-valor (0,0048 ( $p < 0.05$ )) indica que si hay diferencias entre las dos muestras para el factor Tiempo de trabajo (Rechazo  $H_0$ ). Dicho de otro modo, la diferencia entre las muestras (dos grupos) es significativa.

b) Grupo B v/s Grupo C.

#### **Mann-Whitney Test: Hero v/s Gates Glidden**

El test es significativo en el 0,7089 (ajustado para empates).

El p-valor (0,7089) indica que no hay diferencias entre las dos muestras para el factor Tiempo de trabajo (No rechazo  $H_0$ ). Dicho de otro modo, la diferencia entre las muestras (dos grupos) no es significativa.

### **Peso**

a) Grupo A v/s Grupo C

#### **Mann-Whitney Test: Protaper v/s Gates Glidden**

El test es significativo en el 0,0890.

La diferencia entre las muestras no es significativa (p-valor = 0,089).

b) Grupo B v/s Grupo C.

#### **Mann-Whitney Test: Hero v/s Gates Glidden**

El test es significativo en el 0,0144.

La diferencia entre las muestras es significativa (p-valor = 0,0144 ( $p < 0.05$ )).

**Área**

a) Grupo A v/s Grupo C

**Mann-Whitney Test: Protaper v/s Gates Glidden**

El test es significativo en el 0,0225.

La diferencia entre las muestras es significativa (p-valor = 0,0225 (p<0.05)).

b) Grupo B v/s Grupo C.

**Mann-Whitney Test: Hero v/s Gates Glidden**

El test es significativo en el 0,0028

La diferencia entre las muestras es significativa (p-valor = 0,0028 (p<0.05)).

**Comparaciones de grupos para los factores ángulo y radio de la curvatura con el test paramétrico ANOVA**

Las hipótesis a docimar son:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

v/s

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

El nivel de significancia a utilizar para las regiones de rechazo será de un 5%.

**Ángulo de la curvatura****One-way ANOVA**

Fuente	gl	SC	CM	F	P
Grupo	2	106	53	0,24	0,786
Error	42	9162	218		
Total	44	9268			

El p-valor (0,786) indica que no hay diferencias en medias entre los tres grupos para el factor Ángulo de la curvatura (No rechazo  $H_0$  ).

## Radio de la curvatura

### One-way ANOVA

Fuente	gl	SC	CM	F	P
Grupo	2	565	283	0,80	0,455
Error	42	14790	352		
Total	44	15355			

El p-valor (0,455) indica que no hay diferencias en medias entre los tres grupos para el factor Radio de la curvatura (No rechazo  $H_0$  ).

### Correlaciones para las categorías Tercios Coronarios, Medios y Apicales en cada grupo (A, B y C) para la variable Concentricidad.

- Grupo A ProTaper

Correlaciones Grupo A

			C	M	A	
a)	Spearman	C	Coeficiente Correlación	1,000	,114	-,043
			p_valor	.	,685	,879
	M	Coeficiente Correlación	,114	1,000	,301	
		p_valor	,685	.	,276	
	A	Coeficiente Correlación	-,043	,301	1,000	
		p_valor	,879	,276	.	

$H_0$  : C y M son independientes.      v/s       $H_1$  : C y M no son dependientes.

El p\_valor es de 0,685 e indica que C y M son independientes (p no menor a 0,05 (5%)), no están correlacionadas.

b)  $H_0$  : C y A son independientes.      v/s       $H_1$  : C y A no son dependientes.

El p\_valor es de 0,879 e indica que C y A son independientes (p no menor a 0,05 (5%)), no están correlacionadas.

c)  $H_0$  : M y A son independientes.      v/s       $H_1$  : M y A no son dependientes.

El p\_valor es de 0,276 e indica que M y A son independientes (p no menor a 0,05 (5%)), no están correlacionadas.

- **Grupo B HERO**

**Correlaciones Grupo B**

			C	M	A
Spearman	C	Coeficiente de Correlación	1,000	-,518	,093
		p_valor	.	,048	,742
	M	Coeficiente de Correlación	-,518	1,000	,189
		p_valor	,048	.	,499
	A	Coeficiente de Correlación	,093	,189	1,000
		p_valor	,742	,499	.

a)  $H_0$  : C y M son independientes.      v/s       $H_1$  : C y M no son dependientes.

El p\_valor es de 0,048 e indica que C y M no son independientes ( $p < 0,05$  (5%)), están correlacionadas.

b)  $H_0$  : C y A son independientes.      v/s       $H_1$  : C y A no son dependientes.

El p\_valor es de 0,742 e indica que C y A son independientes ( $p$  no menor a 0,05 (5%)), no están correlacionadas.

c)  $H_0$  : M y A son independientes.      v/s       $H_1$  : M y A no son dependientes.

El p\_valor es de 0,499 e indica que M y A son independientes ( $p$  no menor a 0,05 (5%)), no están correlacionadas.

- **Grupo C: Gates Glidden.**

**Correlaciones Grupo C**

			C	M	A
Spearman	C	Coeficiente de Correlación	1,000	-,093	,329
		p_valor	.	,742	,232
	M	Coeficiente de Correlación	-,093	1,000	,021
		p_valor	,742	.	,940
	A	Coeficiente de Correlación	,329	,021	1,000
		p_valor	,232	,940	.

a)  $H_0$  : C y M son independientes.      v/s       $H_1$  : C y M no son dependientes.

El p\_valor es de 0,742 e indica que C y M son independientes ( $p$  no menor a 0,05 (5%)), no están correlacionadas.

b)  $H_0$  : **C y A son independientes.**      v/s       $H_1$  : **C y A no son dependientes.**

El p\_valor es de 0,232 e indica que C y A son independientes (p no menor a 0,05 (5%)), no están correlacionadas.

c)  $H_0$  : **M y A son independientes.**      v/s       $H_1$  : **M y A no son dependientes.**

El p\_valor es de 0,940 e indica que M y A son independientes (p no menor a 0,05 (5%)), no están correlacionadas.