

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES
POSTGRADO DE ENDODONCIA



"ANALISIS COMPARATIVO DE LA LIMPIEZA DE
CONDUCTOS RADICULARES UTILIZANDO
VARIAS TECNICAS DE INSTRUMENTACION"

TRABAJO DE INVESTIGACION COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TITULO DE MAESTRIA EN CIENCIAS
ODONTOLOGICAS CON ESPECIALIDAD
EN ENDODONCIA

CIRUJANO DENTISTA
ALBERTO MONTURIOL MENDEZ

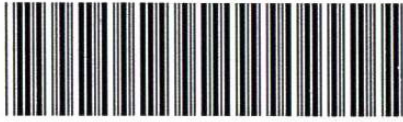
TM

Z6668

FO

2004

.M6



1020149828

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE ODONTOLOGIA
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES
POSTGRADO DE ENDODONCIA



“ANALISIS COMPARATIVO DE LA LIMPIEZA DE
CONDUCTOS RADICULARES UTILIZANDO
VARIAS TECNICAS DE INSTRUMENTACION”

TRABAJO DE INVESTIGACION COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TITULO DE MAESTRIA EN CIENCIAS
ODONTOLOGICAS CON ESPECIALIDAD
EN ENDODONCIA

CIRUJANO DENTISTA
ALBERTO MONTURIOL MENDEZ

MONTERREY, N. L.

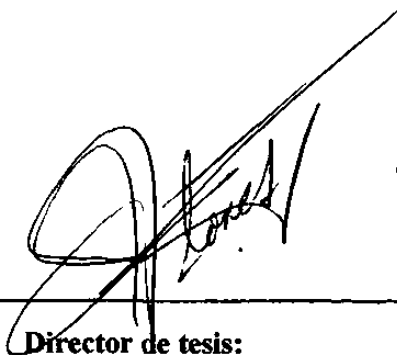
MARZO, 2004

975625

TM
Z6668
FO
2004
.M6



FONDO
TESIS



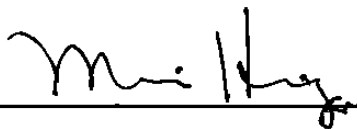
Director de tesis:
MC Jorge Jaime Flores Treviño



Asesora científica:
MC Hilda Torre Martínez



Asesora científica:
MC Idalia Rodríguez Delgado



Asesor estadístico:
Dr. Moisés Hinojosa

Índice

1- Resumen.....	5
2- Introducción.....	6
2.1- Objetivos.....	7
2.2- Hipótesis.....	8
3- Antecedentes.....	9
4- Marco teórico.....	17
4.1- Instrumentos Flex-R.....	17
4.2- Instrumentos LightSpeed.....	18
4.3- Instrumentos Hero 642.....	20
4.4- Instrumentos ProFile.....	22
4.5- Instrumentos $K^3 \sqrt{Endo}$	23
5- Materiales y métodos.....	25
6- Resultados.....	32
7- Discusión.....	35
8- Conclusiones.....	39
9- Referencias.....	40
10- Anexos.....	43
10.1- Anexo 1 (tablas).....	43
10.2- Anexo 2 (gráficos).....	48
10.3- Anexo 3 (figuras).....	57
10.3.1- Técnica de Bramante modificada.....	58
10.3.2- Microscopio estereoscópico.....	59
10.3.2- Fotografías pre y post instrumentación.....	60
10.3.3- Análisis de Imagen.....	62

Resumen

En este estudio se observó el grado de limpieza obtenida con los diferentes instrumentos para la preparación de conductos radiculares; limas Flex-R, LightSpeed, ProFile, Hero 642 y K³. Se utilizaron 50 raíces disto-vestibulares de primeras y segundas molares superiores y 50 raíces distales de primeras y segundas molares inferiores que presentaron una curvatura entre los 10 y 25° grados según Schneider. Las muestras se dividieron en 5 grupos para las raíces disto-vestibulares de molares superiores y 5 grupos para las raíces distales de molares inferiores. La longitud de trabajo fue determinada a un milímetro del ápice anatómico. Se utilizó la técnica de Bramante modificada para el estudio. Se montaron las raíces en resina con la ayuda de un cubo metálico desmontable. Una vez polimerizada la resina se desmontaron los cubos y se cortaron los bloques a los 2, 5 y 9 milímetros del ápice anatómico. Posteriormente se tomaron fotografías a cada corte y se volvieron a montar los cubos con los bloques de resina para realizar las preparaciones biomecánicas. Cada grupo fue preparado con uno de los instrumentos a estudiar. Terminada la limpieza de conductos, se desmontaron de nuevo los cubos y se volvieron a tomar fotografías a cada corte. Para estudiar la forma de los conductos, las fotografías fueron digitalizadas y se utilizó el programa Image Pro Plus 4.5 para un análisis de imagen. Se midió la posición del conducto antes y después de la preparación biomecánica con el programa Adobe Photoshop 7.0 para obtener el grado de transportación. Los resultados muestran que no existe diferencia significativa entre las limas Flex-R, LightSpeed, ProFile, Hero 642 y K³ al instrumentar conductos disto-vestibulares de molares superiores y conductos distales de molares inferiores.

Introducción

Las bacterias que se encuentran dentro del conducto radicular son las causantes de los procesos inflamatorios e infecciosos en la región periapical. La eliminación de los agentes irritantes del canal radicular es determinante para lograr el éxito en un tratamiento endodóntico. La limpieza y conformación de los canales radiculares ayuda a eliminar la mayoría de estos microorganismos.

Se han desarrollado varias técnicas y diseñado diferentes instrumentos para este fin. Los instrumentos más utilizados por los odontólogos son las limas manuales. Sin embargo, los instrumentos rotatorios están tomando auge. Entre ellos podemos mencionar el ProFile, K3, Hero 642 y LightSpeed entre otros.

Los primeros instrumentos de limpieza de conductos fueron fabricados con acero inoxidable. El acero es un metal bastante fuerte pero tiene el inconveniente de ser muy rígido; esto puede hacer que la lima no siga la curvatura original del conducto radicular. Por muchos años las limas “K fueron los instrumentos de preferencia para el tratamiento de conductos. Sin embargo su punta era cortante; y podía producir escalones, transportaciones y falsos conductos. El diseño de la punta no cortante permitió disminuir estos errores de procedimientos y aumentar el éxito en el tratamiento radicular. Las limas Flex-R fueron las primeras en introducir este diseño en su punta.

Posteriormente se empezó a utilizar el níquel – titanio. Esta aleación presenta una flexibilidad mayor que el acero inoxidable. Esta característica le permite adaptarse a la

morfología radicular con mayor facilidad. Gracias a estas particularidades de flexibilidad y de una punta no cortante se empezó a desarrollar la instrumentación rotatoria. Se han realizado muchos diseños. Las diferencias en el ángulo de corte, su punta, su grosor, la distancia entre las estrías, entre otras características hacen que cada instrumento limpie y prepare el conducto radicular de manera singular.

La forma inicial del conducto radicular es muy variable. Puede presentar aspectos circulares u ovoideos. Los instrumentos para la limpieza y conformación de los conductos radiculares tienen un diseño circular. Se puede hablar de una limpieza ideal cuando el instrumento toca todas las paredes del canal radicular mientras sigue la curvatura original del conducto. Así estamos seguros de que el instrumento eliminó parte de la dentina afectada y por lo tanto la mayoría de las bacterias presentes en el canal radicular.

Sabemos que la limpieza y preparación del sistema de canales radiculares es el paso más importante en un tratamiento endodóntico. Para ello existen en el mercado una gran variedad de instrumentos manuales y rotatorios. Sin embargo, muchos de ellos tienden a producir problemas como la transportación y la formación de escalones. El propósito de este estudio fue evaluar la calidad de limpieza y preparación que producen los instrumentos Flex-R, Hero - 642, LightSpeed, Profile y K³. Esto con el fin de que el odontólogo pueda brindar a su paciente un mejor tratamiento y pronóstico en su endodoncia.

El estudio se clasificó como prospectivo, experimental, longitudinal y analítico. El objetivo de la investigación fue observar el grado de limpieza obtenida con los diferentes instrumentos para la preparación de conductos radiculares, limas Flex-R, LightSpeed,

ProFile, Hero 642 y K³, en raíces disto-vestibulares de molares superiores y raíces distales de molares inferiores extraídas. Además se comparó la circunferencia del conducto radicular y se evaluó la posición inicial y final del canal radicular antes y después de instrumentar con las diferentes limas. De acuerdo con los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se rechaza la hipótesis de investigación que decía que el uso del instrumento LightSpeed provee mejor limpieza que las limas Flex-R, ProFile, Hero 642 y K³ al preparar raíces disto-vestibulares de molares superiores y raíces distales de molares inferiores y se acepta la hipótesis nula ya que no existe diferencia significativa entre las técnicas utilizadas.

Antecedentes

La limpieza y conformación del sistema de canales radiculares son los objetivos principales para lograr el éxito en un tratamiento endodóntico ^(1,2,3,4,9). Este procedimiento se encarga de eliminar la mayor cantidad de agentes irritantes de los conductos radiculares que son los causantes de la inflamación e infección de la zona periapical y dar forma al canal para que pueda recibir una obturación lo más herméticamente sellada posible ^(5,6).

A través de los años se han desarrollado técnicas e instrumentos diferentes para poder llevar a cabo el procedimiento de preparación biomecánica. Las técnicas actuales de preparación se basan en el “retroceso” y la técnica “corono-apical”. La primera consiste en ir ensanchando el conducto introduciendo una lima de mayor calibre en cada milímetro, desde el ápice hasta el tercio cervical. La segunda va ensanchando el conducto desde el tercio cervical hasta llegar al ápice ⁽⁵⁾.

Los primeros instrumentos de limpieza de conductos fueron fabricados con acero inoxidable. El acero es un metal bastante fuerte pero tiene el inconveniente de ser muy rígido; esto puede hacer que la lima no siga la curvatura original del conducto radicular (transportación) ^(6,7,8). Por muchos años las limas “K fueron los instrumentos de preferencia para el tratamiento de conductos. Algunas de sus características principales son que en su corte transversal presenta una forma trapezoidal, esto le confiere mayor resistencia pero menor rigidez. Su punta es de forma piramidal con un ángulo de 75°, proporcionando un corte eficaz; esto puede producir escalones, transportaciones y falsos conductos ^(5,6).

El diseño de la punta no cortante logró disminuir estos errores de procedimientos y aumentar el éxito en el tratamiento radicular. Las limas de Flex-R fueron las primeras en introducir este diseño en su punta. En su corte transversal se observa una forma triangular, confiriendo una mayor flexibilidad, al tener menor cantidad de metal ^(5,6,9).

En los años 60 se dispone de contra ángulos para instrumentación rotatoria. A estos instrumentos se les adaptan las limas manuales. Trabajan a baja velocidad, 3000 rpm y tiene una acción recíproca de 90°. Sin embargo estos aparatos pueden producir una desviación importante del conducto radicular ^(6,7).

A partir de 1980 aparecen los sistemas de instrumentación sónica y ultrasónica. Los aparatos sónicos transmiten ondas acústicas a lo largo de las limas y produce una vibración con una frecuencia entre los 1500 y 3000 Hz. Se supone que agrandan el tejido duro con microdivisión. Las unidades ultrasónicas generan energía vibrátil en exceso de 20.000 Hz. Esta tecnología se utiliza también para aflojar los postes y limas que hayan quedado en el conducto ^(6,7).

Posteriormente se empezó a utilizar el níquel – titanio. El Dr. Walia en 1988, fue el primero en introducir el Nitinol para uso en limas endodónticas ^(13,15). Esta aleación presenta una flexibilidad mayor que el acero inoxidable. Esta característica le permite adaptarse a la morfología radicular con mayor facilidad sin tener que precurvar los instrumentos ^(6,7). Deja los conductos radiculares con una forma más circular y el problema de la transportación es mínimo ^(12,13,14,21).

Gracias a estas particularidades de flexibilidad y de una punta no cortante se empezó a evolucionar la instrumentación rotatoria. Se han desarrollado muchos diseños. Las diferencias en el ángulo de corte, su punta, su grosor, la distancia entre las estrias, entre otras características hacen que cada instrumento limpie y prepare el conducto radicular de manera singular.

Se han llevado a cabo muchos estudios para observar la calidad de limpieza y cual instrumento tiende a seguir mejor el conducto radicular.

La técnica de fuerzas balanceadas ha sido estudiada por varios autores. Southard, Oswald y Natkin instrumentaron canales radiculares curvos de molares utilizando esta técnica. Sus resultados muestran que sin importar el diámetro de la lima, ésta iba a mantener la curvatura original del conducto. Ellos atribuían las transportaciones al radio de la curvatura o a la dureza de la dentina⁽³⁰⁾.

Hudson, Remeikis y Van Cura realizaron un estudio donde compararon el grado de curvatura antes y después de instrumentar los conductos radiculares con Flex-R, Flex-O y K-Files. Los análisis muestran que todos los instrumentos mantienen el grado de curvatura de manera aceptable. Los investigadores suponían, al igual que Southard y colaboradores, que las transportaciones era por causa del radio de la curvatura o por la dureza de la dentina⁽³⁴⁾.

Sin embargo, Kyomen, Caputo y White criticaron la técnica y la mencionan que no existe un balance de fuerzas entre la resistencia de la dentina y la fuerza del instrumento. Ellos

midieron la fuerza necesaria para que haya un balance de fuerzas entre la dentina y la fuerza aplicada, y la fuerza que un clínico ejerce al estar instrumentando un canal curvo con esta técnica. Sus resultados muestran que la fuerza aplicada por el odontólogo es mucho mayor a la necesaria. Y esta fuerza excesiva puede llevar a la formación de escalones y transportaciones⁽⁹⁾.

Hulsmann, Gressmann y Schafers utilizaron molares inferiores extraídos para comparar la preparación del conducto radicular usando las técnicas de Flex Master y Hero 642. Sus resultados muestran que los dos sistemas mantienen la curvatura original del canal de manera aceptable. Sin embargo un 18% de los especímenes preparados con Flex Master tenían los conductos de forma circular, un 53% de forma oval y 29% de forma irregular. El Hero 642 dejó un 25% de las raíces con una forma circular en su canal, un 47% de forma oval y un 28% con forma irregular. Ninguna técnica de instrumentación eliminó la debris en la mayoría de los casos⁽¹⁷⁾.

Shadid, Nicholls y Steiner compararon la posición de los conductos radiculares y el área después de ser instrumentados con limas Flex-R y LightSpeed. Ellos observaron valores menores, estadísticamente significativos, cuando LightSpeed fue utilizado en el tercio apical. En el tercio cervical no había diferencia estadística significativa. No encontraron correlación con el ángulo de curvatura de la raíz y la posición del conducto y/o el área instrumentada⁽¹⁸⁾.

En el estudio de Short, Morgan y Baumgartner se demostró que los instrumentos de níquel titanio se mantenían más centrados en el conducto radicular que las limas de acero

inoxidable. No hubo diferencia significativa entre las técnicas de níquel titanio. Se observó una gran diferencia entre las técnicas de níquel titanio y acero inoxidable al pasar de una lima # 30 a una #40 ⁽³⁵⁾.

Weiger, Elayouti y Lost compararon la eficiencia de los instrumentos LightSpeed, Hero 642 y limas Hedstrom en la preparación de canales radiculares con forma oval. Sus resultados muestran que los valores mas bajos fueron encontrados en el grupo de LightSpeed. Si hubo valores significativamente más elevados en los grupos donde se usaron las limas Hero 642 y Hedstrom. Sin embargo ninguna técnica pudo limpiar toda la circunferencia del canal radicular.⁽¹²⁾

Wei, Ling y Zhang compararon los instrumentos LightSpeed, ProFile, Quantec SC y Flex-o-file. Concluyeron que las limas Flex-o-file son las que producen mayor transportación y destrucción innecesaria de dentina. LightSpeed y Profile exhiben la mejor habilidad de preparación del canal radicular.⁽¹⁹⁾

Tan y Messer compararon la calidad del ensanchado apical de los instrumentos K-files y LightSpeed. Sus resultados muestran que las limas LightSpeed permiten un ensanchado apical mayor, mejor limpieza del canal, menos transportación y una mejor forma del conducto. Ninguna técnica fue totalmente eficiente el la limpieza de los conductos.⁽²⁰⁾

González y Ferrer estudiaron las limas Hero 642, K3 y ProFile en raíces mesiales de molares inferiores curvas. Ellos obtuvieron como resultados que el Hero 642 produce mayores cambios en la raíz ⁽²⁸⁾.

Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. compararon las limas K3 contra las ProTaper. Sus resultados dicen que los instrumentos ProTaper logran conseguir preparaciones más centradas en el conducto radicular en los tercios apical y medio, pero en el cervical tiende a transportar hacia la furca ⁽⁴³⁾.

Aunque los instrumentos de níquel titanio, en la mayoría de los estudios tienen mejores resultados al compararlos con los de acero inoxidable, se muestra también que no son los instrumentos ideales.

Tucker, Wenckus y Bentkover realizaron un estudio donde muestran que los instrumentos de acero inoxidable dan resultados muy similares a los de níquel titanio. También se discute que el instrumento no siempre va a limpiar todas las irregularidades de los conductos radiculares ⁽³⁶⁾.

Peters, Schonenberger y Laib demostraron con un escáner de tomografía computarizada que las técnicas de preparación biomecánica K-files (Ni-Ti), LightSpeed, ProFile y GT, dejaba aproximadamente un 35% del conducto sin tocar ⁽¹⁶⁾.

Uno de los errores de procedimiento en la preparación de conductos radiculares es la fractura de instrumentos. Estas limas de níquel titanio, aunque son más flexibles que las de acero inoxidable, puede fracturarse en cualquier momento y sin previo aviso ^(21,22). Debido a su alto costo, estos instrumentos son a menudo reutilizados ⁽²¹⁾. El uso excesivo de las limas puede llegar a producir pequeñas fisuras en la aleación; posible causa de la separación del instrumento ^(22,23). Se cree que la fractura de los instrumentos rotatorios se debe a la torsión

y la fatiga cíclica ⁽²⁴⁾. La fractura debido a la torsión ocurre cuando la punta o alguna parte de la lima se queda trabada en el conducto radicular, pero la pieza de mano sigue girando hasta que el instrumento excede el límite elástico del metal. Este tipo de fractura está asociado con la aplicación de una fuerza apical excesiva ^(24,25). La separación debido a la fatiga cíclica se debe a que el instrumento gira libremente en el canal radicular. El fragmento de lima donde se encuentra la máxima flexibilidad sede y se separa. Este tipo de fractura está asociada a la curvatura del canal radicular y al uso clínico continuo en un mismo lugar ^(22,24,26).

Wolcott y Himel evaluaron las propiedades de torsión de las limas de acero inoxidable tipo K con las de níquel titanio tipo U con conicidad de .02 y .04. Sus resultados muestran que el torque que se requiere para la fractura las limas de níquel titanio se presenta antes que el torque máximo. Sin embargo no hubo diferencia significativa entre el torque máximo y el que se requiere para fracturar los instrumentos de acero inoxidable ⁽³⁷⁾.

Zelda y colaboradores estudiaron los efectos de la velocidad de rotación y el grado de curvatura del canal radicular en la fractura de los instrumentos rotatorios. Ellos encontraron que la separación se llevaba a cabo sin presentar alguna deformación detectable. Las limas usadas a velocidades de rotación entre 250 y 350 rpm se fracturaban más que las usadas a 150 rpm ⁽²⁴⁾.

Li, Lee, Shih, Lan y Lin evaluaron la fatiga cíclica de ProFile .04. Sus resultados demuestran que el tiempo de fractura disminuye al aumentar la velocidad de rotación de la lima y al aumentar el grado de curvatura. También evaluaron el movimiento de picoteo y

muestra mejores resultados cuando hay un movimiento largo. Este resultado se debe a que el área de estrés se esté desplazando, distribuyendo la tensión sobre diferentes áreas de estrés ⁽³⁸⁾.

Marco teórico

Instrumentos Flex-R

Las limas Flex-R son una modificación de los instrumentos tipo “K”. Las diferencias fundamentales se basan en la forma del instrumento en el corte transversal y su punta. Las limas tipo K presentan una forma cuadrangular en su corte transversal, esto le confiere mayor resistencia pero menor rigidez. Su punta es de forma piramidal con un ángulo de 75°, proporcionando un corte eficaz. En cambio, las limas Flex-R en su corte transversal tienen una forma triangular, esto le brinda mayor flexibilidad. Su punta fue modificada disminuyendo los ángulos agudos para que no fueran cortantes. Este tipo de punta sirve como guía y permite que la lima siga la curvatura original del canal radicular ^(5,6,9).

Las limas Flex-R utilizan los movimientos de la técnica de las fuerzas balanceada. Este método fue desarrollado en 1985 por el Dr. Roane. Este método permite la oscilación del instrumento dentro del conducto. Para insertar el instrumento se gira un cuarto de vuelta a favor de las manecillas del reloj, presionando ligeramente en sentido apical. Este movimiento hace que la lima penetre en la dentina. A continuación se gira el instrumento un cuarto de vuelta en contra de las manecillas del reloj. Esta rotación intenta sacar el instrumento del canal siguiendo las guías de inserción hechas al penetrar. Sin embargo el clínico debe de presionar ligeramente en sentido apical. Esta acción evita que la lima se desplace de su lugar u consiga así el corte de la dentina ^(5,29).

Instrumentos LightSpeed

El sistema LightSpeed se compone de instrumentos de níquel titanio para ser utilizados en motores que puedan trabajar a una velocidad constante entre 750 a 2000 rpm (revoluciones por minuto) y a un bajo torque. Se comercializan en cuatro series: de la #20 a la #32,5; de la #35 a la #47,5; de la #50 a la #65 y de la #70 a la #100. Las tres primeras series cuentan con números intermedios que se identifican por un punto negro o blanco en el tope del mango. Tienen la característica única de no presentar conicidad. Esta particularidad permite al instrumento tener gran flexibilidad, realizar preparaciones apicales con mayores diámetros y preservar las paredes dentinales en los tercios medios y cervicales.^(7,11) Para lograr ese objetivo, se debe crear un acceso coronario y pre-ensanchar la entrada del conducto con los instrumentos de su preferencia. El uso de la técnica híbrida es recomendado. Se utilizan los instrumentos rotatorios con conicidad para preparar el tercio coronal y medio y se prepara el tercio apical con LightSpeed. Se determina la longitud de trabajo ya sea por medio de un localizador de ápices (recomendado) o por medios radiográficos. Se debe instrumentar manualmente hasta la longitud de trabajo, ampliando hasta que una lima tipo K numero 15 quede holgada. Antes de empezar la instrumentación rotatoria, se debe calibrar el diámetro del canal radicular. Si un instrumento LightSpeed puede ser empujado manualmente hasta la longitud de trabajo, quiere decir que el canal es más grande que el instrumento. Por el contrario, si un instrumento no puede ser empujado manualmente hasta la longitud de trabajo significa que el canal es más pequeño que el instrumento y con ese se debe empezar la instrumentación rotatoria. Una vez que el instrumento alcanza la longitud de trabajo se retira del conducto y se introduce el siguiente instrumento hasta la longitud de trabajo. Durante la instrumentación, se deben contar los

picoteos que se requieren para alcanzar la longitud de trabajo. Se define como picoteos la presión ligera que se ejerce hacia apical con un ligero retroceso. La instrumentación estará completa cuando un instrumento requiera de por lo menos de 12 picoteos para alcanzar la longitud de trabajo. Este instrumento se le dará el nombre de MAR (Maestro Apical Rotatorio). Se irrigará cada tercer instrumento o más seguido si se prefiere. Para completar la instrumentación apical, se toma el siguiente instrumento después del MAR y se efectúa un corte de retroceso a los 4 milímetros si se va a utilizar el sistema de obturación de Simplifill. El uso de conos de gutapercha estándar indica hacer los cortes de retroceso de 1, 2, 3 y 4 milímetros usando instrumentos en secuencia cada vez mayores partiendo del siguiente instrumento después del MAR. Para la preparación de la sección media de la raíz se debe continuar instrumentando con el próximo tamaño completo de instrumentos o sea se evita usar los tamaños intermedios. Se debe avanzar lentamente hasta que se sienta resistencia, pausar y entonces continuar apicalmente picoteando de 4 a 8 veces. Continuar instrumentando con tamaños completos de secuencia cada vez mayores hasta alcanzar el tercio coronario. Por último se recapitula con el MAR para asegurar un sendero libre de restos de dentina en el conducto.⁽¹¹⁾

Instrumentos Hero 642

Las limas del sistema Hero 642 son fabricadas de níquel titanio. Presenta una forma de triple hélice con un cuerpo central con masa densa para resistir la fatiga, la carga, el calor, la velocidad y el estrés. Posee ranuras poco profundas que evitan que la dentina se adhiera a la lima. Su ángulo de corte es positivo para que cuando el borde cortante haga el corte, se libere tangencialmente y se vuelva pasivo. Su punta no es aguda, así logra respetar la curvatura del conducto. Son utilizadas en motores que permitan alcanzar velocidades entre 300 a 600 rpm. Se pueden conseguir instrumentos números 20 (amarillos), 25 (rojos) y 30 (azules) con conicidades de 0.06, 0.04 y 0.02, y limas accesorias 35,40 y 45 con conicidad de 0.02. Estas conicidades son identificadas con los colores de los tope de goma. Un tope color negro indica una conicidad de 0.06, el gris, una de 0.04 y el blanco de 0.02. Se pueden conseguir limas accesorias con diámetros mayores⁽²⁷⁾.

Este sistema se basa en la curvatura apical del canal radicular. Si se tiene un conducto “fácil”, cuando el ángulo es menor de 5 grados, se utilizan los instrumentos azules. Se introducen primero la lima número 30 con conicidad 0.06 hasta donde llegue, luego la lima 30 con conicidad 0.04 hasta donde llegue y por último la lima 30 con 0.02 de conicidad hasta la longitud de trabajo.

Si el conducto es “moderado”, con un ángulo mayor de 10 grados pero menor de 25 grados, entonces se empieza introduciendo la lima número 25 con conicidad 0.06 hasta donde logre llegar, luego la 25 - 0.04, seguida de la 25 - 0.02. Aquí se procede a introducir la lima 30 - 0.04 y se termina con la 30 - 0.02 hasta la longitud de trabajo. Cuando la curvatura del

canal supera los 25 grados, se considera “difícil”. La primera lima en introducirse es la lima 20 con conicidad 0.06, luego la 20 – 0.04 y la 20 – 0.02 hasta donde se pueda. Se introduce ahora la lima 25 – 0.04 seguida de la 25 – 0.02. Y se termina con la lima 30 - 0.02 hasta la longitud de trabajo⁽⁴¹⁾. Si se desea se puede ampliar el tercio apical con las limas accesorias 35, 40 y 45.

Instrumentos ProFile

Los instrumentos ProFile están fabricados con níquel titanio. Estos instrumentos son accionados a una velocidad constante de 250 rpm. Al corte transversal el instrumento presenta tres superficies radiales (guías de penetración) asociadas a tres surcos (áreas de escape). Su punta es inactiva y su ángulo de corte es ligeramente positivo. En el mercado hay juegos de limas de conicidad 0.04 de los números 15 al 40 y del 60 al 90. Y otro juego de limas con conicidad 0.06 de los números 15 a la 40⁽³²⁾.

Antes de comenzar la preparación con las limas ProFile, se debe explorar el conducto radicular con una lima "K" 15, 20 y/o 25. La primera fase consta de la preparación coronaria. Se utilizan los Orifice Shapers No. 3 y 2. Luego se introducen los instrumentos No. 25 – 0.06 y el 20 – 0.06. Estas limas son de mayor calibre y poco flexibles por lo que se deben de llevar hasta el tercio medio. La fase intermedia está dada por los instrumentos No. 25 – 0.04 y el 20 – 0.04. Para la preparación apical se patentiza el conducto con una lima tipo "K" No. 15. Seguida de una lima 20 – 0.04 a la longitud de trabajo. Se introduce una 25 – 0.04 y por último se termina con una lima 20 – 0.06. Se debe irrigar con hipoclorito de sodio copiosamente entre lima y lima. Cada instrumento debe ser usado durante un período de trabajo de 5 a 10 segundos⁽³³⁾.

Instrumentos $K^3 \sqrt{Endo}$

Las limas $K^3 \sqrt{Endo}$, de la casa Sybron Dental Specialties/Kerr, están hechas de níquel titanio. Su punta es no cortante y se usan a una velocidad entre las 200 y 250 rpm. La lima no se debe usar más de 6 segundos dentro del conducto. Tienen tres ángulos diferentes con corte positivo. Su un ángulo helicoidal es variable entre los 31° y los 43°. Presenta tres amplias superficies radiales y sus áreas de escape permiten la acumulación de limadura de dentina. En su núcleo se observa un diámetro variable. Se pueden conseguir en el mercado juegos de instrumentos del #15 al #60 con conicidad 0.04 y 0.06. También cuenta con los ensanchadores cervicales con una punta #25 con conicidades de 0.08 y 0.10 ⁽³⁹⁾.

La siguiente técnica del sistema $K^3 \sqrt{Endo}$ es para la mayoría de los conductos. Se comienza con el acceso a la cámara pulpar. Se debe tratar introducir en el conducto una lima tipo K #10 por lo menos tres cuartos de la longitud de la raíz. El tercio cervical se prepara con la lima $K^3 25/0.10$. Con el conducto lleno de EDTA se introduce el ensanchador cervical 25/0.08 se avanza de 3 a 4 milímetros más. Una vez abierto el tercio cervical se irriga con hipoclorito de sodio y se utiliza la lima K #10 para obtener la longitud del conducto radicular y mantener patente el conducto. Ahora se comienza la instrumentación con las $K^3 \sqrt{Endo}$ en secuencia de mayor a menor: 40/0.06, seguido de la 35/0.06, 30/0.06, 25/0.06 y la 20/0.06 hasta el ápice ⁽⁴⁰⁾.

Para conductos largos, finos y curvos se utilizan las limas con conicidad 0.04. La parte coronal y media se realiza de la manera antes descrita. La instrumentación apical se

comienza con una lima #30/0.06, seguida de la 30/0.04. Luego se introduce la 25/0.06 seguida de la lima 25/0.04 y finalmente la #20/0.06 seguida de la 20/0.04. Si esta secuencia no alcanza la longitud de trabajo, introduzca limas manuales tipo K #10, 15 y 20 a la longitud de trabajo y vuelva a introducir la secuencia de limas antes descrita ⁽⁴⁰⁾.

Materiales y métodos

Para llevar a cabo este estudio se utilizaron 50 raíces disto-vestibulares de las primeras y segundas molares superiores y 50 raíces distales de primeras y segundas molares inferiores extraídas del humano. Las piezas dentales debían cumplir con los siguientes criterios de inclusión; raíces de un conducto, con ápice maduro, que presentaran una curvatura que oscilara entre los 10 y 25° grados según Schneider y dientes con un conducto visible radiográficamente. Eran excluidos del estudio las raíces fracturadas, que tuvieran instrumentos fracturados, que tuvieran tratamientos previos y que presentaran conductos calcificados. Se eliminaban las raíces que se fracturaran en alguna etapa del procedimiento y/o que presentaran algún instrumento fracturado en los procedimientos. A las piezas extraídas se les removieron los fragmentos de tejido y calcificaciones mediante un raspado radicular para limpiar la superficie externa de la raíz y se guardaron en frascos de vidrio con tapa que contenían una solución de hipoclorito de sodio al 2% y agua en partes iguales. Se tomaron 2 radiografías, una en sentido buco-lingual y otra en sentido mesio-distal a cada una de las piezas.

Para obtener el grado de curvatura de las raíces se utilizó el método de Schneider. Éste se realizó de la siguiente manera. En una hoja de papel calca se sujetaron las radiografías con cinta adhesiva transparente. El papel y las radiografías fueron puestos sobre un negoscopio. Así en el papel se trazó una primera línea siguiendo el eje longitudinal del conducto y una segunda línea desde el ápice radiográfico hasta la intersección con la primera línea, donde el conducto inicia su curvatura. Se midió el ángulo formado por los

dos trazos con un transportador manual y esta medida determinó el grado de curvatura radicular.

El acceso a los conductos se realizó de manera convencional utilizando una fresa de carburo de bola #4 y una pieza de alta velocidad. Cualquier resto de tejido pulpar fue removido con extirpadores de pulpa. Se verificó la patenticidad del conducto con una lima tipo K #10 para evitar que se acumulen restos de dentina o tejido en el ápice. La longitud de trabajo se midió cuando la lima se pudo ver a ras del ápice; a esa medida se le restó un milímetro.

Cada diente se fijó en resina con la ayuda de un cubo metálico desmontable. El cubo consta de dos paredes con ranuras horizontales de un milímetro de ancho por un milímetro de profundidad que están separadas entre sí cada milímetro. Tiene dos paredes lisas con ranuras verticales para que se deslicen las primeras dos paredes (figura 1, anexo3). Una base sostiene las paredes en su lugar mientras que una prensa une las partes con precisión (figura 2, anexo3). Al metal se le aplicó una capa de glicerina como agente separador para evitar que la resina se adhiera al metal. Se mezclaron 10 ml de monómero, 45 ml de resina cristal, 0,6 ml de promotor y 0,8 ml de catalizador en un vaso de cartón encerado. Posteriormente se vació la resina transparente dentro del cubo y se colocó la raíz dentro del cubo.

Previamente, a cada raíz se le colocó cera rosada en su porción apical y en el acceso endodóntico; esto con el fin de que la resina líquida no penetrara hacia los conductos y los

obstruyera (figura 3, anexo3). Las raíces fueron sujetadas con una guía de cera rosada que se acoplaba en dos de las paredes del cubo (figura 4, anexo3).

Una vez polimerizada la resina se desmontaron los cubos y los bloques de resina con el diente se cortaron con un disco de diamante marca Beuhler de 3 pulgadas de diámetro por 0.006 pulgadas de espesor a los 2 milímetros, a los 5 milímetros y a los 9 milímetros aproximadamente con un micrótopo Isomet de la casa Beuhler (figura 5, anexo3). Después de cortar los bloques de resina se les tomó una fotografía a cada corte, sin instrumentar, con ayuda de una cámara fotográfica marca Nikon A6006 adaptada a un microscopio estereoscópico marca Wolfe de la casa Carolina Biological Supply Company y una luz de fibra óptica marca Quality-A (figura 6, anexo3). Para obtener la posición del corte en los ejes X y Y; se utilizó un dispositivo diseñado en el postgrado para tal fin (figura 7, anexo3). Además se anotaron el aumento y la altura a la cual fue tomada cada fotografía con la ayuda de unas marcas colocadas en el microscopio estereoscópico (figuras 8 y 9, anexo3). Esto con el fin de tomar las fotografías pre y post instrumentación en la misma posición, aumento y altura. Los cortes fueron almacenados en frascos plásticos rotulados para no confundirlos.

A continuación se hicieron dos grupos; el primero reunió 50 raíces disto-bucales de las molares superiores, donde la forma inicial del conducto era circular. Estas raíces se encontraron en los bloques de resina del #1 al #50. El segundo grupo constó de 50 raíces distales de molares inferiores, donde la forma inicial del conducto era ovalada. Estas raíces correspondieron a los bloques de resina del # 51 al #100. Se utilizaron 10 conductos disto-bucales de molares superiores para cada técnica de instrumentación los cuales se

seleccionaron al azar. Del bloque #1 al bloque #10 fueron para el grupo 1-A (de Hero 642), del bloque #11 al #20 para el grupo 1-B (de ProFile), del bloque #21 al #30 para el grupo 1-C (de K³), del bloque #31 al #40 para el grupo 1-D (LightSpeed) y del bloque #41 al # 50 para el grupo 1-E (Flex-R). De igual manera se usaron 10 conductos distales de molares inferiores para cada técnica de instrumentación que fueron escogidos de manera aleatoria. Los bloques del #51 al 60 fueron para el grupo 2-A (Hero 642), del bloque #61 al #70 para el grupo 2-B (ProFile), del #71 al #80 para el grupo 2-C (K³), del #81 al #90 para el 2-D (LightSpeed) y del #91 al #100 para el grupo 2-E (Flex-R).

Posteriormente los cortes de resina se montaron de nuevo en el cubo metálico para llevar a cabo la técnica de instrumentación correspondiente.

Los especímenes de los grupos 1-A y 2-A fueron preparados con el sistema rotatorio Hero 642. Cada lima fue montada en una pieza de mano unida a un motor eléctrico marca Aseptico AEU-17B con una velocidad establecida de 300 rpm. Se empezó introduciendo la lima número 25 con conicidad 0.06 hasta donde logró llegar, luego la 25 - 0.04, seguida de la 25 - 0.02. Aquí se procedió a introducir la lima 30 - 0.04 y se terminó con la 30 - 0.02 hasta la longitud de trabajo. Las limas accesorias del sistema Hero 642 fueron utilizadas hasta alcanzar un diámetro apical #45.

Los especímenes de los grupos 1-B y 2-B fueron preparados con el sistema rotatorio ProFile a una velocidad de 250 rpm. Se utilizó los Orifice Shapers No. 3 y 2. Luego se introdujeron los instrumentos No. 25 - 0.06 y el 20 - 0.06 hasta el tercio medio, seguidos de las limas No. 25 - 0.04 y el 20 - 0.04. Para la preparación apical se patentizó el

conducto con una lima tipo "K" No. 15 y una lima 20 – 0.04 se llevó a la longitud de trabajo, al igual que el instrumento 25 – 0.04 y por último se terminó con una lima 20 – 0.06. Los instrumentos accesorios se utilizaron hasta ensanchar la porción apical hasta una lima #45.

Los conductos de los grupos 1-C y 2-C fueron preparados con el sistema rotatorio K³ $\sqrt{\text{Endo}}$ a una velocidad de 250 rpm. Se introdujo en el conducto una lima tipo K #10 por lo menos tres cuartos de la longitud de la raíz. La instrumentación se realizó con las limas en secuencia de mayor a menor: 40/0.06, 40/0.04, seguido de la 35/0.06, 35/0.04, 30/0.06, 30/0.04, 25/0.06, 25/0.04, 20/0.06 y la 20/0.04 hasta el ápice. Las limas accesorias del sistema K³ se utilizaron para alcanzar un diámetro apical #45.

Las raíces de los grupos 1-D y 2-D se instrumentaron con el sistema rotatorio LightSpeed a una velocidad de 2000 rpm. El acceso en línea recta y el ensanchado cervical se realizó con fresas Gates-Glidden # 2 y 3 hasta donde llegaron. Se fueron introduciendo los instrumentos manualmente en el conducto radicular hasta la longitud de trabajo. Cuando un instrumento no logró llegar a la medida se consideró el instrumento con el cual se debía iniciar la preparación. Éste fue montado en la pieza de mano conectada a un motor eléctrico con una velocidad establecida de 2000 rpm. Durante la preparación se fueron contando los picoteos que se requirieron para alcanzar la longitud de trabajo. Cuando un instrumento llegó a la longitud de trabajo a los 12 o más picoteos se le determinó como maestro apical rotatorio (MAR). Para terminar la preparación apical se tomó el siguiente instrumento después del MAR y se hizo un corte en retroceso a un milímetro. Se siguió instrumentando

con el próximo tamaño completo de instrumentos (no se utilizaron los números intermedios) y se avanzó con él de 4 a 8 picoteos. Se continuó instrumentando de manera similar con los tamaños completos de la secuencia cada vez mayores hasta alcanzar el tercio coronal. Por último se recapituló con el MAR para asegurar un conducto libre de restos de dentina.

Los grupos 1-E y 2-E fueron instrumentados manualmente con las limas Flex-R. Se introdujo una lima número 8 ó 10 para verificar la patenticidad del conducto. Posteriormente se ensanchó el tercio cervical y se creó el acceso en línea recta con fresas Gates-Glidden #2 y 3 hasta donde llegaran. Después se iba introduciendo las limas de la #15 a la #45 hasta la longitud de trabajo con los movimientos rotatorios de la técnica de fuerzas balanceadas. Primero se hizo ligera presión apical con un giro de un cuarto de vuelta a favor de las manecillas del reloj seguido de un giro de cuarto de vuelta en contra de las manecillas del reloj, aplicando poca presión. El retroceso se realizó cada milímetro mientras se introducía una lima de mayor calibre.

Se irrigó los conductos cada 3 instrumentos con hipoclorito de sodio al 2,5% para eliminar cualquier resto de tejido pulpar y luego se inundó el canal con ácido etilentiainotetracetato (EDTA) al 17% para lubricar el conducto y ablandar la dentina.

Una vez realizada la instrumentación, los cortes de resina fueron separados de nuevo y se tomaron fotografías de cada uno de ellos tomando en cuenta el aumento, la altura y los ejes X y Y de las primeras fotografías.

Para evaluar el grado de limpieza se estudió la forma del conducto y la desviación del canal radicular. El análisis de forma de los conductos se llevó a cabo digitalizando las fotografías y contorneando la circunferencia del canal radicular con el programa de dibujo Adobe Photoshop 7.0 (figura 22, anexo 3). La imagen del contorno se rellenó de negro y se grabó como un archivo nuevo que se utilizó en el programa Image Pro Plus 4.5 para el análisis de imagen (figura 2, anexo 3). Se utilizó la fórmula $ff = \frac{1P^2}{4\pi A}$ para obtener el factor de forma⁽⁴⁵⁾.

En el análisis de posición de conductos se utilizó el programa Adobe Photoshop 7.0 para sobreponer las imágenes de cada corte antes y después de la instrumentación de los canales radiculares (figura 24, anexo 3). Una vez superpuestas las fotografías se obtuvo el centro de los conductos y se midió la diferencia entre ellos en los ejes X y Y (figura 25, anexo 3). Para obtener una sola medida de la desviación del conducto, se utilizó la fórmula trigonométrica $d = \sqrt{X^2 + Y^2}$ la cual nos da una dirección tomando en cuenta el eje X y el eje Y.

Resultados

El grado de limpieza se determinó por medio de un análisis de imagen. La forma del conducto se evaluó con el factor de forma y la desviación del canal radicular con la sobreposición de imágenes antes y después de la preparación biomecánica.

Después de analizar los datos de las tablas (anexo 1) se puede observar lo siguiente.

En las molares superiores a nivel apical el instrumento rotatorio Hero 642 presenta un promedio mayor en la desviación del conducto (gráfico 1, anexo2). A nivel medio ProFile tiende a alejarse del canal radicular original al igual que las limas Flex-R (gráfico 2, anexo2). En el tercio cervical las limas Hero 642 desvían el conducto radicular con mayor facilidad (gráfico 3, anexo2).

En las molares inferiores a nivel apical se puede apreciar que el instrumento rotatorio ProFile tiende a desviar más el canal radicular (gráfico 4, anexo2). A nivel medio ProFile tiende a alejarse del canal radicular original (gráfico 5, anexo2). En el tercio cervical se observa que el instrumento rotatorio Hero 642 presenta un promedio mayor en la desviación del conducto (gráfico 6, anexo2).

En cuando a su forma las tablas indican que en el instrumento rotatorio LightSpeed tiende a dejar los conductos radiculares con una forma más circular en las molares superiores e inferiores en todos los tercios. Por el contrario la lima Hero 642 es la que produce conductos con una forma más irregular (gráficos 9, 12,15, anexo2).

Las gráficas de área (anexo 2) indican que el instrumento LightSpeed deja un área mayor de preparación en los conductos de las molares superiores e inferiores a nivel apical, medio y cervical. En las gráficas de diferencia de promedios en el análisis de forma, los números mayores indican que hay cambios después de la instrumentación biomecánica (anexo 2). El instrumento LightSpeed es el que produce un mayor cambio en general. Los números cercanos al 1 en las gráficas de promedio del análisis de forma, indican una forma circular del conducto después de preparado (anexo 2). En estas gráficas se aprecia como la lima LightSpeed tiende a acercarse al 1. Analizando esta información se ve que el LightSpeed tiende a trabajar mejor en las molares superiores e inferiores en los tres tercios. La preparación con la lima produce un cambio con respecto a la forma original del conducto y a su vez busca una forma circular al final de la preparación.

Durante las preparaciones de los conductos radiculares se pudo notar como los instrumentos rotatorios LightSpeed lograban llegar con mucha más facilidad a números mayores en el tercio apical que cualquier otra lima utilizada en este estudio. También se observó que las limas Hero 642 tenían un corte más agresivo que cualquier otro instrumento y lograban alcanzar la longitud de trabajo rápidamente. De manera contraria, las limas ProFile presentaron un corte poco agresivo que requería de mayor presión para su penetración. Esto dificultaba alcanzar la longitud de trabajo y aumentaba el tiempo de preparación por conducto.

Las fotos de la post-instrumentación muestran que la anatomía radicular es de gran importancia para lograr una limpieza adecuada de los conductos radiculares. En las molares superiores, donde la forma inicial del conducto era circular, se obtuvo una buena limpieza

en general con cualquier instrumento. Casi todas las limas lograban tocar todas las paredes del conducto. Sin embargo, en las molares inferiores, con canales radiculares ovalados, la limpieza fue deficiente sin importar el instrumento utilizado. Ninguna lima fue capaz de limpiar todas las paredes del conducto. (Figuras 10-21, anexo3)

Después de analizar estadísticamente los datos obtenidos, se pudo observar en los molares superiores, que en el tercio apical el instrumento rotatorio Hero 642 produce mayor desviación del conducto radicular que las limas ProFile. También se observó que deja una forma más irregular en los conductos que las limas ProFile, K3 y LightSpeed. En el tercio cervical las limas ProFile producen menor desviación del canal radicular que los instrumentos K3 \sqrt{Endo} y Flex-R. Así mismo, los instrumentos rotatorios LightSpeed proporcionan una forma más circular del conducto al ser comparados con las limas Hero 642.

En las molares inferiores se pudo observar que a nivel apical, las limas manuales Flex-R producen mayor desviación del conducto radicular que los instrumentos rotatorios Hero 642. En el tercio medio se pudo apreciar que el instrumento LightSpeed tiende a una mayor desviación del conducto al compararlo con las limas Hero 642.

Sin embargo, no hay suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis de investigación, por lo que se acepta la hipótesis nula que dice que no hay diferencia significativa entre los instrumentos LightSpeed, ProFile, Hero 642, K3 y Flex-R.

Discusión

El estudio tenía como objetivo evaluar el grado de limpieza obtenida con los diferentes instrumentos para la preparación de conductos radiculares. Los resultados muestran que aunque la instrumentación rotatoria con LightSpeed presenta una ligera ventaja sobre los demás instrumentos, no existe una diferencia significativa entre ellos.

Los resultados obtenidos por Rodig, Hulsmann, Muge y Schafers muestran que no existe diferencia significativa entre los instrumentos LightSpeed, ProFile y Quantec al preparar raíces distales ovaladas de molares inferiores ⁽⁴²⁾. Estas conclusiones concuerdan con las del presente estudio. La forma inicial del conducto influye mucho en una preparación adecuada del conducto radicular. La forma ovalada o irregular del canal radicular va a hacer que los instrumentos no logren tocar todas las paredes del conducto. Por esta razón no se encontró diferencia alguna entre los instrumentos.

Sin embargo, hay estudios que muestran la superioridad del instrumento LightSpeed. Shadid, Nicholls y Steiner encontraron una diferencia significativa entre las técnicas de LightSpeed y Flex-R a nivel apical ⁽¹⁸⁾. Su población fueron raíces mesiales o mesiobucales con una curvatura entre los 20 y 35 grados. En el presente estudio fueron utilizadas raíces vestibulo-distales y distales con curvaturas entre los 15 a 25 grados. La curvatura abrupta de los conductos radiculares va a afectar directamente en la flexibilidad del acero inoxidable. Entre mayor sea el ángulo de curvatura de la raíz, mayor resistencia ofrece el acero inoxidable. El uso de aleaciones de níquel-titanio tienden a disminuir esa resistencia contra el conducto, por lo que logran seguir mejor el conducto radicular. Esta puede ser la

razón por lo que los resultados del presente estudio no concuerden con los obtenidos por Shadid, Nicholls y Steiner.

En la investigación de Rodríguez, el LightSpeed dejó los conductos más circulares que el ProFile ⁽³¹⁾. Sin embargo, el presente estudio muestra que no hay diferencia significativa entre los instrumentos utilizados. El ensanchado apical juega un papel muy importante en la limpieza del canal radicular. En el estudio de Rodríguez, el ensanchado apical fue realizado hasta una lima #30. Esta medida no permite que el instrumento toque todas las paredes del conducto dejándolo con una forma irregular. El estudio de Kerekes y Tronstand sugieren un ensanchado apical entre el #40 y #60 ⁽⁴⁶⁾. La instrumentación que se utilizó en el presente estudio llevó a engrosar el ápice hasta una lima #45. Con este calibre el instrumento logró desgastar todas las paredes del canal radicular. Este calibre no se usa de rutina en las técnicas de preparación biomecánica. Sin embargo, este resultado sugiere que las técnicas actuales no están llegando a diámetros apicales adecuados.

Nuestras observaciones indican que el sistema rotatorio LightSpeed tiende a preparar los conductos de molares superiores con una forma más circular que los demás instrumentos y tiene la capacidad de llegar a instrumentos de mayor calibre en la porción apical. Resultados similares obtuvieron Tan y Messer al comparar la calidad del ensanchado apical de los instrumentos K-files y LightSpeed. Mostraron que las limas LightSpeed permiten un ensanchado apical mayor y una mejor forma del conducto ⁽²⁰⁾. Las características de esta lima hacen posible estos resultados. LightSpeed es un instrumento sin conicidad, lo que hace que solo la punta de la lima esté en contacto con la dentina. Podemos estar seguros donde hay desgaste en el momento de la preparación. Los instrumentos con conicidad tiene

la desventaja de que no se sabe que parte de la lima esta en contacto con el conducto. Este tipo de instrumentos pueden estar desgastando dentina a nivel medio sin limpiar el tercio apical.

En el estudio se determinó que la anatomía radicular antes de la instrumentación biomecánica es determinante en la limpieza de los conductos radiculares. Los resultados muestran que los conductos con una forma circular antes de la limpieza de conductos, aseguran que las limas toquen todas las paredes del canal radicular. Mientras que en los conductos con una forma ovalada o irregular no tocan todas las paredes del canal. Estos resultados son similares a los obtenidos por Rodríguez, que dice que los conductos estrechos van a quedar circulares sin importar la técnica utilizada y los conductos irregulares, que presenten istmos o interconductos son difíciles de limpiar ⁽³¹⁾. También concuerdan con las conclusiones del estudio realizado por Rodig, Hulsmann, Muge y Schafers que dicen que al preparar raíces distales ovaladas de molares inferiores queda un espacio circular con extensiones hacia bucal y lingual que no fueron tocadas por los instrumentos LightSpeed, ProFile y Quantec ⁽⁴²⁾. Tucker, Wenckus y Bentkover también discuten que el instrumento no siempre va a limpiar todas las irregularidades de los conductos radiculares ⁽³⁶⁾. La curvatura y la fatiga cíclica del instrumento imposibilitan el movimiento circunferencial alrededor del conducto radicular con el fin de lograr una limpieza más efectiva, ya que aumentaría la probabilidad de fractura del instrumento.

El análisis estadístico muestra como las limas Hero 642 tienden a dejar, en la porción apical, el conducto radicular con una forma más irregular que los sistemas ProFile, K3 y LightSpeed. Estos resultados son similares a los obtenidos por González y Ferrer en su

estudio. Ellos compararon el Hero 642, K3 y ProFile y sus conclusiones muestran que el Hero 642 produce mayores cambios en la raíz ⁽²⁸⁾. Este comportamiento del Hero 642 puede deberse a su corte agresivo que lo hace ser muy rápido. Pero este corte rápido y agresivo puede destruir dentina innecesaria y producir desviación de los conductos.

También se pudo apreciar en el análisis estadístico que las limas ProFile mantiene el eje original del conducto a nivel apical, mejor que las limas Hero 642. Los resultados de este estudio concuerdan con el realizado por Wei, Ling y Zhang. Ellos compararon los instrumentos LightSpeed, ProFile, Quantec SC y Flex-o-file. Concluyeron que las limas LightSpeed y Profile exhiben la mejor habilidad de preparación del canal radicular ⁽¹⁹⁾. El corte poco agresivo de la ProFile hace que la punta se mantenga dentro del canal radicular aún aplicando una fuerza mayor a la requerida por el Hero 642. Sin embargo, la técnica de ProFile fue la que tardó más en preparar los conductos radiculares. Hata, Uemura, Kato, Imura, Novo y Toda dicen que las limas manuales Flex-R fueron las que mayor tiempo tomaron en la limpieza de conductos ⁽⁴⁴⁾. Esta diferencia puede deberse a la falta de experiencia del operador al realizar la investigación.

El no conseguir suficientes pruebas estadísticas para aceptar la hipótesis de investigación puede deberse a que el operador no haya tenido suficiente experiencia con alguna de las técnicas estudiadas. La falta de experiencia de alguna técnica tiende a traer un resultado desfavorable hacia esa técnica. Mientras que la práctica que haya tenido con otro instrumento va a favorecer considerablemente los valores del estudio hacia ese instrumento.

Conclusiones

Bajo las condiciones experimentales de este estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

- No hay diferencia significativa entre los instrumentos LightSpeed, ProFile, Hero 642, K3 y Flex-R al instrumentar conductos disto-vestibulares de molares superiores y conductos distales de molares inferiores.
- La anatomía radicular antes de la instrumentación biomecánica es determinante en la limpieza de los conductos radiculares.
- En los conductos estrechos el instrumento toca todas las paredes del conducto radicular.
- En conductos irregulares u ovalados ningún instrumento puede limpiar todas las paredes del conducto.

Referencias

1. Thomas P. Russin, Lyle D. Zardiacks, Al Reader, Richard A. Menke; Apical seals obtained with laterally condensed, chloroform-softened gutta-percha and laterally condensed gutta-percha and Grossman's sealer; Journal of Endodontics, Vol. 6, No. 8, August 1980, 678-682.
2. Deitch A, Liewehr F, West L, Patton W; A comparison of fill density obtained by supplementing cold lateral condensation with ultrasonic condensation; Journal of Endodontics, Vol. 28, No. 9, September 2002.
3. Schäfer E, Olthoff G; Effect of three different sealers on the sealing ability of both Thermafil obturators and cold laterally compacted gutta-percha; Journal of Endodontics, Vol. 28, No. 9, September, 2002.
4. Pommel L, About I, Pashley D, Camps J; Apical Leakage of four endodontics sealers; Journal of Endodontics, Vol. 29, No. 3, March 2003.
5. West J, Roane J; en Cohen S, Burns RC; Vías de la pulpa; Capítulo 8 Sistema de limpieza y conformación de los canales radiculares, 8^{va} edición, St. Louis; CV Mobsy; 2001.
6. Walton R, Torabinejad M; Endodoncia, Principios y práctica; Segunda edición, Ed. McGraw-Hill Interamericana, Mexico, 1996, pp. 215.
7. Soares I, Goldberg F; Endodoncia, Técnica y fundamentos; Editorial Médica Panamericana S.A.; Argentina; 2002.
8. Kuhn, G., Jordan L.; Fatigue and mechanical properties of nickel-titanium endodontic instruments; Journal of Endodontics, Vol. 28, No. 10, October 2002.
9. Kyomen MS, Caputo AA, White SN; Critical analysis of the balanced force technique in endodontics; Vol. 20, No. 7, July 1994.
10. Wu Mk, R'oris A, Barkis D, Wesselink PR; Prevalence and extent of long oval canals in the apical third; Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radio Endodod; 2000; 89(6); 739-743.
11. LightSpeed Endodontics; Guía técnica: LightSpeed y Simplifill; Abril, 2003.
12. Weiger R, ElAyouti A, Löst C; Efficiency of hand and rotary instruments in shaping oval root canals; Journal of Endodontics, Vol. 28, No. 8, August 2002, 580-3.
13. Walia H, Brantley WA., Gerstein H.; An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files; Journal of Endodontics, Vol. 14, 1988, 346-51.
14. Poulsen WB., Dove SB., del Rio CE.; Effects of nickel titanium engine driven instruments rotational speed on root canal morphology; Journal of Endodontics, Vol. 21, 1995; 609-12.
15. Brantly W.A., Svec TA., Lijima M., Powers JM., Grentzer TH.; Differential scanning calorimetric studies of nickel titanium rotary endodontic instruments; Journal of Endodontics; Vol. 28, No. 8, August 2002, 567-72.
16. Peters OA, Schonenberger K, Laib A.; Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography; International Journal of Endodontics, Vol. 34, No. 3, April 2001, 221-30.
17. Hulsmann M, GressmannG, Schafers F; A comparative study of root canal preparation using FlexMaster and Hero 642 rotary Ni-Ti instruments; International Journal of Endodontics; Vol. 36, No. 5, May 2003, 358-66.

18. Shadid DB., Nicholls JL., Steiner JC., A comparison of curved canal transportation with balanced force versus LightSpeed; Journal of Endodontics; Vol. 24, No. 10, October 1998, 651-4.
19. Wei X, Ling J, Zhang S; The shaping effects of three nickel titanium rotary instruments on preparing curved canals in posterior teeth; Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi, Vol. 37, No. 5, September 2002, 333-5.
20. Tan BT., Messer HH.; The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size; Journal of Endodontics, Vol. 28, No. 9, September 2002, 658-64.
21. Ronald D., Andelin W., Browning D., Hsu GH., Torabinejad M.; The effect of preflaring on the rates of separation for 0.04 taper nickel titanium rotary instruments; Journal of Endodontics, Vol. 28, No. 7, July 2002, 543-45.
22. Pruett JP., Clement DJ., Carnes DL. ; Cyclic fatigue testing fo nickel titanium endodontic instruments; Journal of Endodontics, Vol. 23, 1997, 77-85.
23. Mize SB., Clement DJ., Pruett JP., Carnes DL. ; Effect of sterilization on cyclic fatigue of rotary nickel titanium endodontic instruments; Journal of Endodontics, Vol. 24, 1998, 843-7.
24. Zeldá G., Varela P., Martín B., Bahillo J., Magán F., Ahn S.; The effect of rotacional speed and the curvatura of root canals on the breakage of rotary endodontic instruments; Journal of Endodontics, Vol. 28, No. 7, July 2002, 540-2.
25. Sattapan B., Palamara J., Messer H.; Torque during canal instrumentation using rotary nickel titanium files; Journal of Endodontics, Vol. 26, 2000, 156-60.
26. Sattapan B., Nervo G., Palamara J., Messer H., Defects in nickel titanium endodontic rotary files alter clinical usage; Journal of Endodontics; Vol. 26, 2000, 161-5.
27. Ardines P, Rivas JC; en Leonardo M, Leonardo R, Sistemas rotatorios en endodoncia, Capítulo 14, Sistema Hero 642 (Micro Mega); Editorial Artes Médicas Ltda., Sao Pablo, Brasil, 2002, pp. 223-228.
28. Gonzalez R. MP, Ferrer L. CM; A comparison of Profile, Hero 642, and K3 instrumentation systems in teeth using digital imaging analysis; Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod., Vol. 97, No. 1; January 2004:112-5.
29. Roane JB., Sabala CL., Duncanson MG; The balanced force concept for instrumentation of curved canals; Journal of Endodontics; Vol. 11, No. 5, May 1985, 203-11.
30. Southard DW., Oswald RJ., Natkin E.; Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique; Journal of Endodontics, Vol. 13, No. 10, October 1987, 479-89.
31. Rodríguez I, "Evaluación de dos diferentes técnicas de instrumentación, LightSpeed y Profile, en conductos moderadamente curvos (estudio comparativo)", Tesis de grado para maestría, UANL, Mayo 2002.
32. Leonardo M, Leonardo R, en Sistemas rotatorios en endodoncia, Capítulos 6 y 7 Sistema Maillefer ProFile .04/.06; Editorial Artes Médicas Ltda., Sao Pablo, Brasil, 2002, pp. 130-171.
33. Dentsply/Maillefer; Guía técnica de ProFile; 2002.
34. Hudson DA., Remeikis HA., Van Cura JE., Instrumentation of curved root canal: a comparison study, Journal of Endodontics, Vol. 18, No. 9, September 1992, 448-50.

35. Short JA., Morgan LA., Baumgartner JC.; A comparison of canal centernig ability of four instrumentation techniques; Journal of Endodontics, Vol. 23, No. 8, August 1997, 503-7.
36. Tucker DM., Wenckus CS., Bentkover SK., Canal wall planning by engine driven nickel titanium instruments, compared with stainless steel hand instruments, Journal of Endodontics, Vol. 23, No. 3, March 1997, 170-3.
37. Wolcott J., Himel VT.; Torsional properties of nickel titanium versus stainless steel endodontic files, Journal of Endodontics, Vol. 23, No. 4, April 1997, 217-20.
38. Li UM., Lee BS., Shih CT., Lan WH., Lin CP.; Cyclic fatigue of endodontic nickel titanium rotary instruments: static and dynamic tests; Journal of Endodontics, Vol. 28, No. 6, June 2002, 448-51.
39. Leonardo M, Leonardo R, en Sistemas rotatorios en endodoncia, Capítulo 19 Sistema K³ \sqrt{Endo} ; Editorial Artes Médicas Ltda., Sao Pablo, Brasil, 2002, pp. 277-283.
40. <http://www.k3endo.com/technique/index.htm>
41. <http://www.micro-mega.com/anglais/hero642.html>
42. Rodig T, Hulsmann M, Muhge M, Schafers F.; Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel-titanium instruments; International Journal of Endodontics; Vol. 35, No 11, November 2002:919-28.
43. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments; International Journal of Endodontics; Vol 36, No. 4; April 2003: 288-95.
44. Hata G, Uemura M, Kato AS, Imura N, Novo NF, Toda T.; A comparison of shaping ability using ProFile, GT file, and Flex-R endodontic instruments in simulated canals; Journal of Endodontics; Vol. 28, No. 4; April 2002:316-21.
45. Garza F., "Técnicas experimentales en fractografía estadística", Tesis de grado para Ingeniero Mecánico Metalúrgico, UANL, Noviembre, 1999.
46. Kerekes K., Tronstand L.; Morphometric observations on the root canals of human molars; Journal of Endodontics; Vol. 3, 1977; 114-3.

Anexos 1
Tablas

Tabla 1. Mediciones de la desviación de conducto en molares superiores a nivel apical. (en milímetros)

# de muestra	Grupo1 Hero 642	Grupo 2 ProFile	Grupo 3 K3	Grupo 4 LightSpeed	Grupo 5 Flex-R
1	0,085218975	0,036421568	0,125456473	0,122451342	0,177891539
2	0,054346249	0,046228075	0,097572436	0,086241763	0,019955724
3	0,320723507	0,03885836	0,068138185	0,031414138	0,099444159
4	0,142962124	0,072406011	0,049055119	0,039772596	0,113021483
5	0,112550515	0,11190842	0,024171208	0,072302014	0,164835165
6	0,08921346	0,046791893	0,077412036	0,057516416	0,101543641
7	0,212826815	0,016820917	0,07752234	0,070666866	0,042724505
8	0,010684851	0,029714734	0,039263253	0,062584276	0,022416722
9	0,099723351	0,073582679	0,115326458	0,036050079	0,050287157
10	0,040176389	0,032466714	0,014530619	0,046909335	0,059260309
Promedio	0,116842624	0,050519937	0,068844813	0,062590883	0,08513804

Tabla 2. Mediciones de la desviación de conducto en molares superiores a nivel medio. (en milímetros)

# de muestra	Grupo1 Hero 642	Grupo 2 ProFile	Grupo 3 K3	Grupo 4 LightSpeed	Grupo 5 Flex-R
1	0,057308235	0,038192296	0,089705399	0,200353995	0,063855455
2	0,034911288	0,505318706	0,070308681	0,057410381	0,063255286
3	0,053908464	0,093113558	0,115664412	0,026190476	0,087504274
4	0,083299313	0,033733806	0,070621568	0,06933438	0,075343948
5	0,052329248	0,050954606	0,045595684	0,063615951	0,067134469
6	0,081925966	0,034458213	0,020408163	0,05276435	0,037847193
7	0,071285527	0,026332305	0,142416768	0,079622803	0,052784881
8	0,069047619	0,024835057	0,041198395	0,053239714	0,067750065
9	0,058559568	0,091106748	0,012873571	0,072228976	0,078045867
10	0,027729018	0,042705636	0,04252572	0,034538654	0,051839367
Promedio	0,059030425	0,094075093	0,065131836	0,070929968	0,064536081

Tabla 3. Mediciones de la desviación de conducto en molares superiores a nivel cervical. (en milímetros)

# de muestra	Grupo1 Hero 642	Grupo 2 ProFile	Grupo 3 K3	Grupo 4 LightSpeed	Grupo 5 Flex-R
1	0,079365079	0,012169077	0,101808896	0,086360822	0,134500329
2	0,330410764	0,051057902	0,111553545	0,115391204	0,139325828
3	0,061950533	0,063808734	0,099444159	0,036557519	0,121690774
4	0,067447348	0,034194274	0,091652436	0,047065193	0,159719141
5	0,026573762	0,093195317	0,130023341	0,017746571	0,126266146
6	0,077410753	0,011208361	0,049747953	0,080952381	0,016333199
7	0,234958765	0,052910053	0,057073744	0,08210187	0,066110566
8	0,068272423	0,017267565	0,051587302	0,027868333	0,026619343
9	0,063283028	0,02187745	0,088431871	0,095313393	0,071329571
10	0,057474186	0,047771848	0,031702032	0,029181501	0,039267673
Promedio	0,106714664	0,040546058	0,081302528	0,061853879	0,090116257

Tabla 4. Mediciones de la desviación de conducto en molares inferiores a nivel apical. (en milímetros)

# de muestra	Grupo1 Hero 642	Grupo 2 ProFile	Grupo 3 K3	Grupo 4 LightSpeed	Grupo 5 Flex-R
1	0,063693258	0,176853847	0,036584788	0,133863693	0,09807612
2	0,059414011	0,021369702	0,167529485	0,078977933	0,063024933
3	0,065339095	0,038112547	0,055219097	0,015084495	0,120845828
4	0	0,00952381	0,071150477	0,020689668	0,059078333
5	0,027594508	0,468698483	0,053005743	0,030801934	0,107670658
6	0,090914499	0,052329248	0,048977093	0,106664127	0,129737564
7	0,09761575	0,131310144	0,041581546	0,015608447	0,045660223
8	0,030895954	0,012779498	0,056630047	0,06670917	0,072658069
9	0,013089224	0,028138528	0,101801377	0,122714052	0,098509457
10	0,033462033	0,016750529	0,080361993	0,107802204	0,141905369
Promedio	0,048201833	0,095586634	0,071284165	0,069891572	0,093716655

Tabla 5. Mediciones de la desviación de conducto en molares inferiores a nivel medio. (en milímetros)

# de muestra	Grupo1 Hero 642	Grupo 2 ProFile	Grupo 3 K3	Grupo 4 LightSpeed	Grupo 5 Flex-R
1	0,007887365	0,049130763	0,003741306	0,071918279	0,037157777
2	0,058716587	0,074864281	0,030168991	0,009927196	0,011204482
3	0,042665396	0,030070269	0,086891909	0,108096929	0,051976932
4	0,025435988	0,780640125	0,014686818	0,104656299	0,112642632
5	0,018790487	0,031904367	0,086298791	0,058277967	0,041641649
6	0,032344361	0,041518897	0,057131871	0,063693258	0,102408634
7	0,036842987	0,016544285	0,092035894	0,094013288	0,019047619
8	0,043770048	0,016333199	0,106946229	0,07651762	0,016027276
9	0,01984127	0,015927728	0,047253211	0,056166056	0,047619048
10	0,039707334	0,035522673	0,020147548	0,040654757	0,03196573
Promedio	0,032600182	0,109245659	0,054530257	0,068392165	0,047169178

Tabla 6. Mediciones de la desviación de conducto en molares inferiores a nivel cervical. (en milímetros)

# de muestra	Grupo1 Hero 642	Grupo 2 ProFile	Grupo 3 K3	Grupo 4 LightSpeed	Grupo 5 Flex-R
1	0,068488493	0,039226681	0,019241001	0,073399125	0,120489994
2	0,04732419	0,042611384	0,009852217	0,017958267	0,021779334
3	0,781329715	0,069981587	0,004208969	0,077607221	0,030120187
4	0,062545468	0,017895702	0,093105858	0,046202901	0,06325352
5	0,032510657	0,014024169	0	0,017636684	0,045059769
6	0,02953208	0,026667069	0,08594912	0,052446231	0,140208959
7	0,028747254	0,119241824	0,085929108	0,062378705	0,052080505
8	0,516166775	0,035064638	0,142319322	0,101927375	0,035135741
9	0,095618188	0,026454516	0,039221448	0,03011693	0,030721966
10	0,068568965	0,082021148	0,068710693	0,106227106	0,150227814
Promedio	0,173083179	0,047318872	0,054853774	0,058590055	0,058590055

Tabla 7. Diferencia entre la forma antes y después de la preparación biomecánica en molares superiores a nivel apical.

# de muestra	Grupo1 Hero 642	Grupo 2 ProFile	Grupo 3 K3	Grupo 4 LightSpeed	Grupo 5 Flex-R
1	0,06500009	0,10882312	0,17540442	0,04251154	0,06382535
2	0,11561418	0,01817814	0,08448033	0,01142315	-0,02083111
3	0,0289219	0,16587741	0,04065264	0,05872775	0,0545459
4	-0,29318309	0,11266509	0,16239967	0,28889481	0,13713606
5	0,04012328	0,07920435	0,06786165	0,02873375	-0,00278994
6	0,42865248	0,26101509	0,0000264	0,04366843	0,11907068
7	1,44070152	0,02506621	-0,02576393	0,08049422	-0,01234712
8	0,02059723	-0,02103603	-0,03080199	0,67281244	0,2873393
9	-0,01428575	0,00489179	0,00285725	0,30752645	-0,04581371
10	0,18908436	0,11077169	0,00874051	0,24082137	0,01787826

Tabla 8. Diferencia entre la forma antes y después de la preparación biomecánica en molares superiores a nivel medio.

# de muestra	Grupo1 Hero 642	Grupo 2 ProFile	Grupo 3 K3	Grupo 4 LightSpeed	Grupo 5 Flex-R
1	0,08404295	0,04105035	0,61885218	1,09689977	0,88499035
2	-0,11949912	0,00073924	0,05098832	-0,00542953	1,99651523
3	-0,09759534	0,07276356	0,04700253	0,03761499	0,01459148
4	0,0075806	0,1732449	0,10098546	0,14279485	0,00387157
5	0,02775476	0,03475896	0,01223889	0,01874164	0,05966079
6	0,11433721	0,19480244	0,0281251	0,0324522	0,3590033
7	0,21362515	0,12621003	-0,03594925	0,09908526	0,02503794
8	-0,00280842	-0,01941329	-0,01861358	0,04885046	0,1487455
9	0,01508528	0,05180962	-0,01192366	0,01225873	0,01076692
10	0,52088047	0,18131604	0,09820726	0,02022364	-0,00118669

Tabla 9. Diferencia entre la forma antes y después de la preparación biomecánica en molares superiores a nivel cervical.

# de muestra	Grupo1 Hero 642	Grupo 2 ProFile	Grupo 3 K3	Grupo 4 LightSpeed	Grupo 5 Flex-R
1	-0,30716974	0,12725288	0,21405314	0,19791723	0,37683366
2	0,17279709	0,00461265	0,10309521	0,06107108	0,14033833
3	0,00818256	0,28064204	0,40320605	0,06300595	-0,14353287
4	0,02966015	0,32639585	0,02123762	0,2586485	-0,00419926
5	-0,08794091	-0,00526179	0,04196816	0,04285284	0,29424374
6	0,21104264	0,26433915	0,10306802	0,15835863	0,0766675
7	0,14542199	0,02864063	-0,02986618	0,05275513	-0,08931349
8	0,07606698	0,12515096	-0,01234022	0,21969347	0,26975563
9	-0,00892195	0,01044531	-0,0432706	0,00817836	-0,05532477
10	0,06797753	-0,02428464	0,1182694	-0,01150995	0,17623855

Tabla 10. Diferencia entre la forma antes y después de la preparación biomecánica en molares inferiores a nivel apical.

# de muestra	Grupo1 Hero 642	Grupo 2 ProFile	Grupo 3 K3	Grupo 4 LightSpeed	Grupo 5 Flex-R
1	0,24473849	0,16242635	0,06711065	0,14312891	0,13607289
2	-0,18761084	0,12325561	-0,02243548	0,32285941	0,08674687
3	-0,1511055	0,02928873	0,02884487	0,53095619	0,26521906
4	0,00881072	0,06482282	-0,17401205	0,00372645	0,06049385
5	0,16829064	0,0132736	-0,06022572	0,06798439	-0,03723115
6	-0,19608329	0,15708381	0,10216397	0,17032665	0,01176661
7	-0,02240415	0,22763011	0,15645488	0,53350262	0,01497829
8	-0,03823811	0,00110277	0,04311419	0,15640996	0,00188633
9	-0,07512331	-0,00531906	-0,06910044	-0,009586	-0,08685496
10	0,05073041	0,81269379	0,02233847	-0,47955924	-0,02451181

Tabla 11. Diferencia entre la forma antes y después de la preparación biomecánica en molares inferiores a nivel medio.

# de muestra	Grupo1 Hero 642	Grupo 2 ProFile	Grupo 3 K3	Grupo 4 LightSpeed	Grupo 5 Flex-R
1	0,07582243	3,99656012	0,19042523	0,43774036	0,25170115
2	0,0415603	-0,01974597	0,08689398	0,13462736	0,0553938
3	-0,00550818	0,02757856	0,00541022	1,16800763	0,24240855
4	-0,29395352	0,00866534	-0,08800409	-0,00709064	0,15592715
5	0,05470051	0,18276481	0,05355706	0,05784563	0,18616268
6	0,47615228	0,06964628	0,13149114	0,37596458	0,12091108
7	0,00168137	0,3458703	0,07525006	0,61244422	0,09016587
8	-0,12826054	-0,02665064	-0,01802936	0,68275003	-0,07047907
9	0,18208475	0,02281318	0,04848977	0,0000773	0,5279403
10	-0,23768523	0,51942112	0,23222191	3,14608373	0,18740841

Tabla 12. Diferencia entre la forma antes y después de la preparación biomecánica en molares inferiores a nivel cervical.

# de muestra	Grupo1 Hero 642	Grupo 2 ProFile	Grupo 3 K3	Grupo 4 LightSpeed	Grupo 5 Flex-R
1	-0,06613017	0,9509957	0,09203638	0,32015026	1,10262259
2	0,47379651	0,03044391	0,00951763	0,1377918	0,31783393
3	-0,00033946	0,38003119	0,0507191	0,26775658	0,35891557
4	0,99499503	-0,06029607	0,34799589	0,01514854	0,83311068
5	0,92511659	0,22130183	-0,01097689	0,02271787	0,29730153
6	1,15819465	-0,02664666	0,3079987	0,23643588	0,08155897
7	0,08794455	0,26931157	0,47516933	0,61480721	0,62189783
8	-0,00850936	-0,0119856	0,71581401	0,5559861	0,27841806
9	0,93804838	0,07243333	0,16720251	-0,00335613	1,05021366
10	0,30054763	3,26951278	0,07921934	0,28000732	0,19167572

Anexos 2
Gráficos

Grafico 1.
Desviación promedio en molares superiores a nivel apical
en los diferentes grupos de estudio.

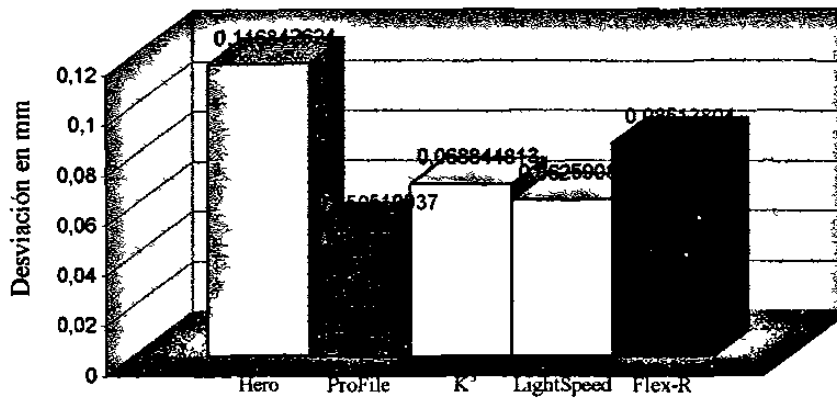


Grafico 2.
Desviación promedio en molares superiores a nivel medio
en los diferentes grupos de estudio.

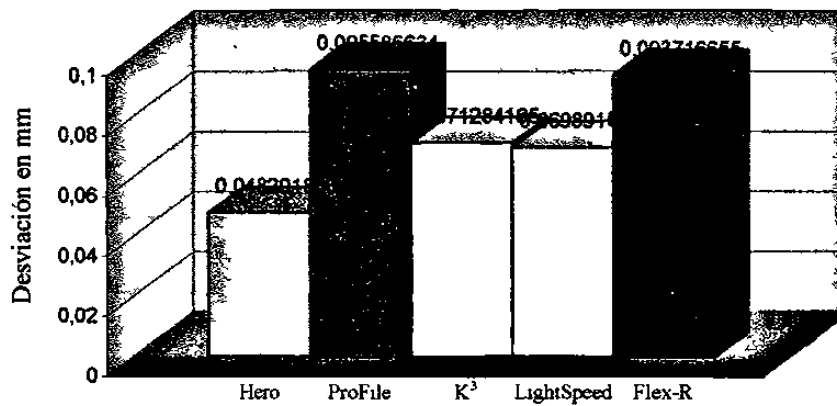


Grafico 3.
Desviación promedio en molares superiores a nivel cervical
en los diferentes grupos de estudio.

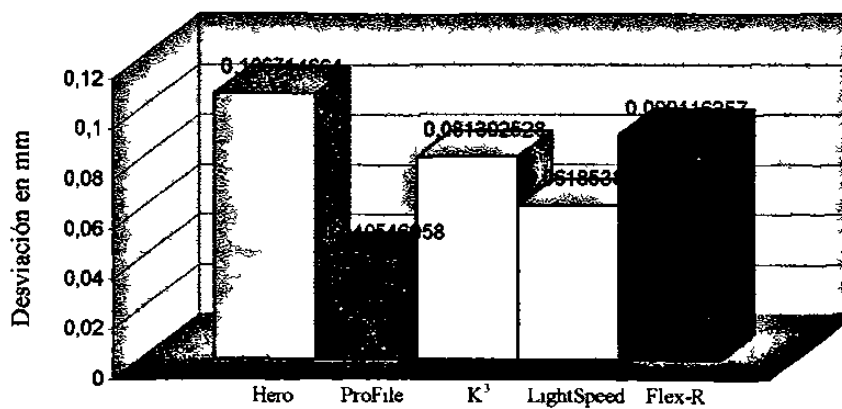


Grafico 4.
Desviación promedio en molares inferiores a nivel apical
en los diferentes grupos de estudio.

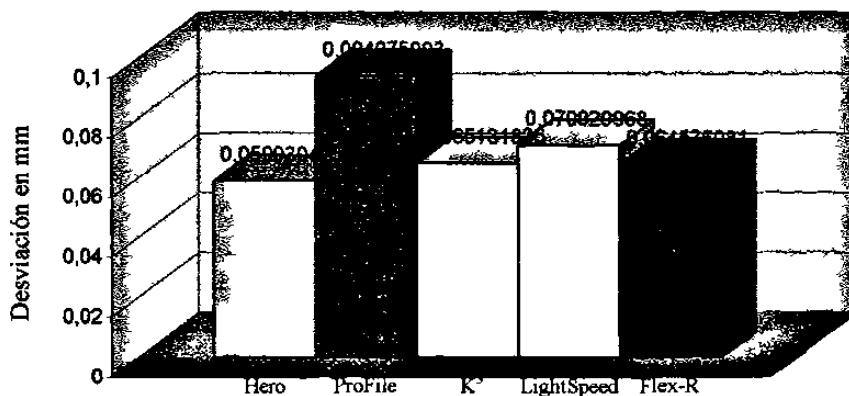


Grafico 5.
Desviación promedio en molares inferiores a nivel medio
en los diferentes grupos de estudio.

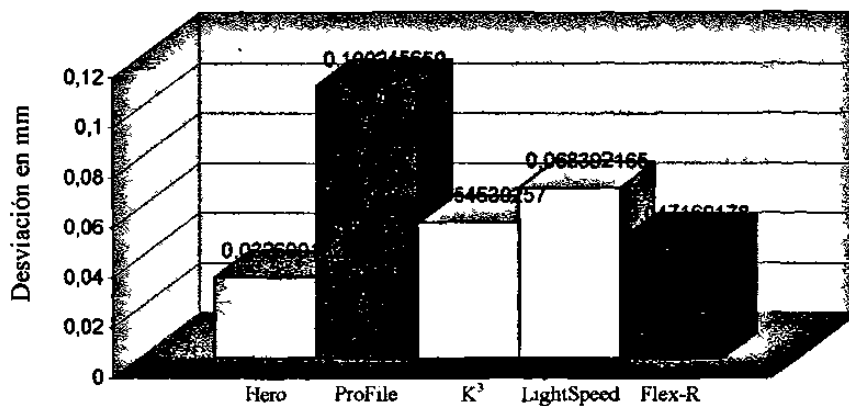


Grafico 6.
Desviación promedio en molares inferiores a nivel cervical
en los diferentes grupos de estudio.

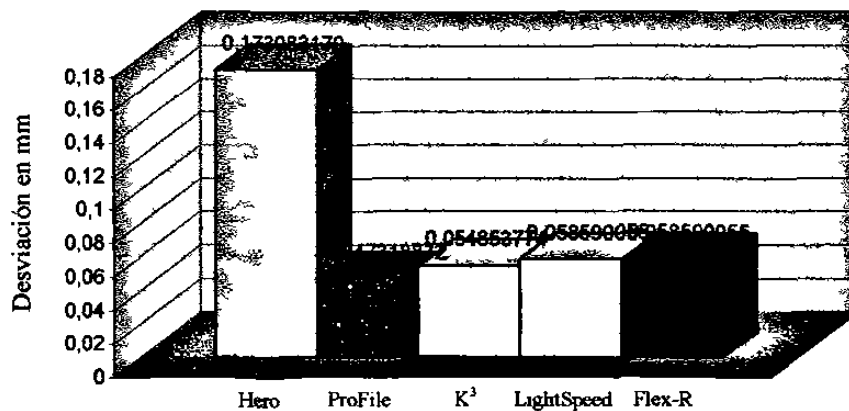


Grafico 7.
Promedio del área en molares superiores a nivel apical
en los diferentes grupos de estudio.

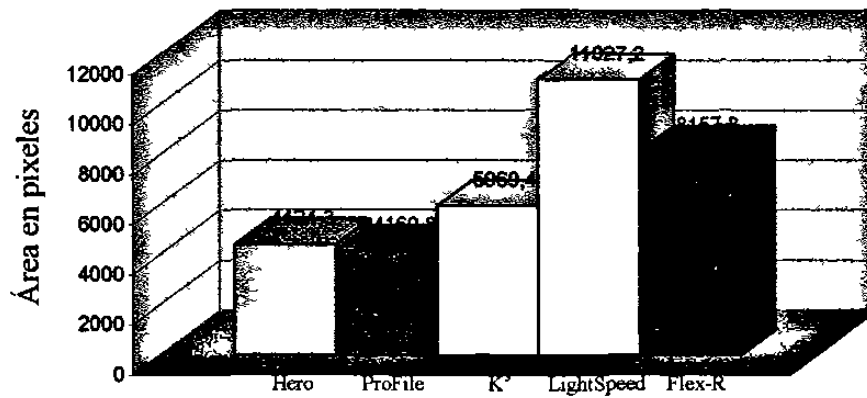


Grafico 8.
Promedio de la diferencia del análisis de forma
en molares superiores a nivel apical en los diferentes grupos de estudio.

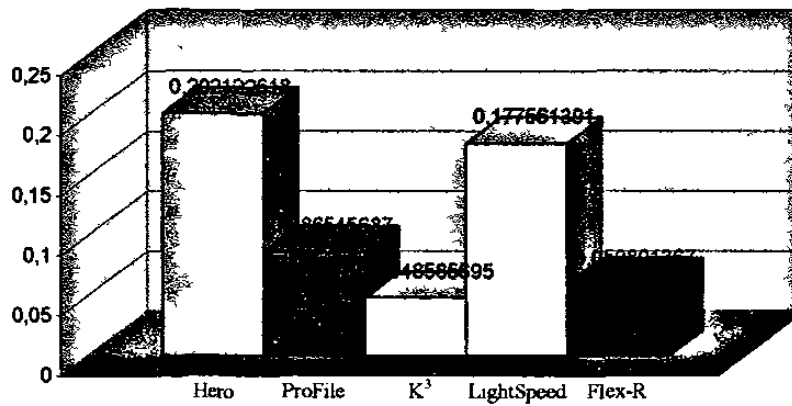


Grafico 9.
Promedio del análisis de forma en molares superiores
a nivel apical en los diferentes grupos de estudio.

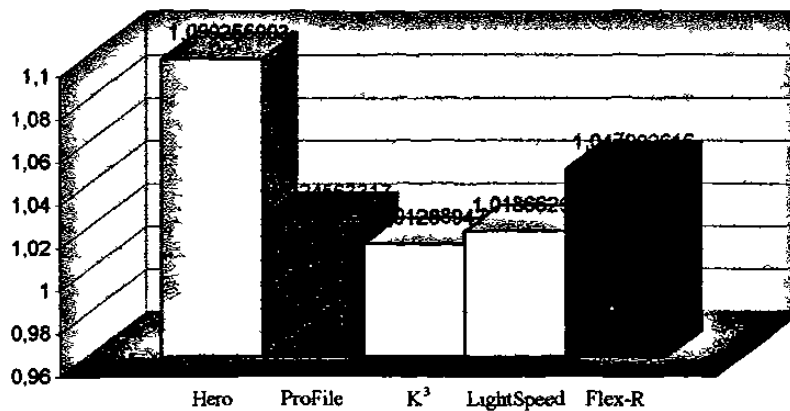


Grafico 10.
Promedio del área en molares superiores a nivel medio
en los diferentes grupos de estudio.

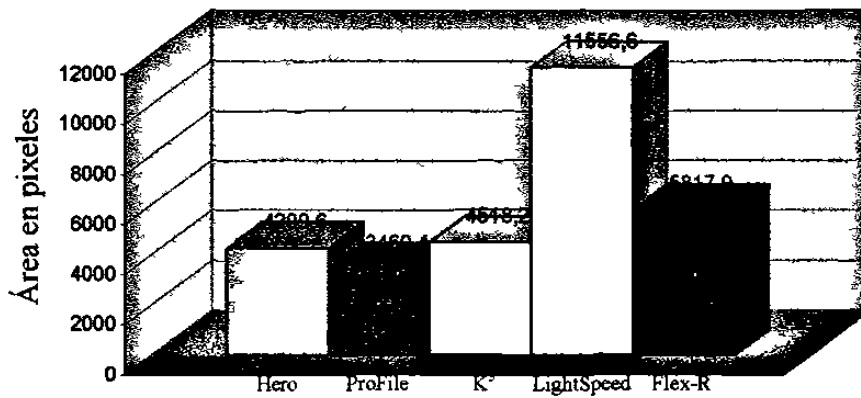


Grafico 11.
Promedio de la diferencia del análisis de forma
en molares superiores a nivel medio en los diferentes grupos de estudio.

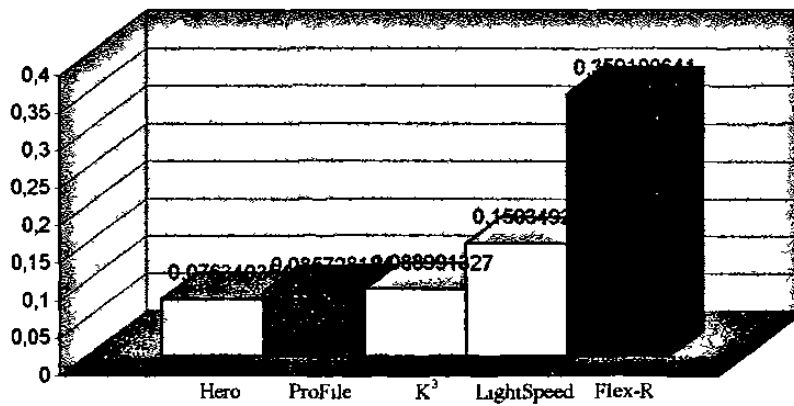


Grafico 12.
Promedio del análisis de forma en molares superiores
a nivel medio en los diferentes grupos de estudio.

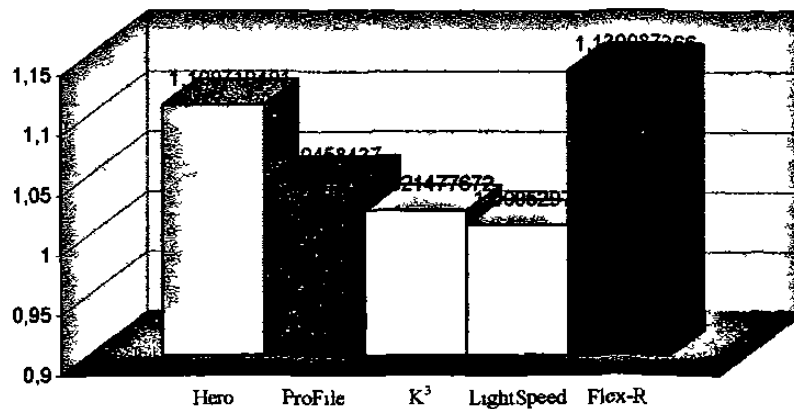


Grafico 13.
Promedio del área en molares superiores a nivel cervical
en los diferentes grupos de estudio.

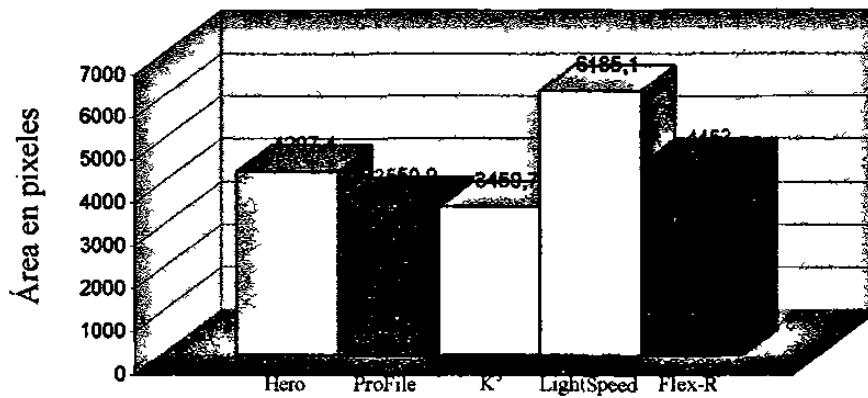


Grafico 14.
Promedio de la diferencia del análisis de forma
en molares superiores a nivel cervical en los diferentes grupos de estudio.

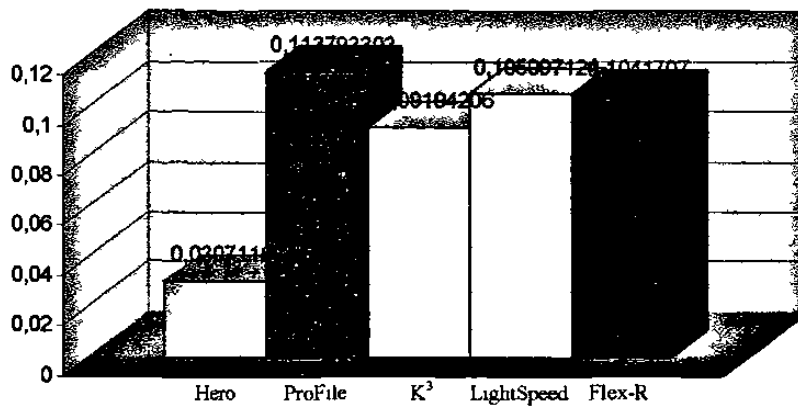


Grafico 15.
Promedio del análisis de forma en molares superiores
a nivel cervical en los diferentes grupos de estudio.

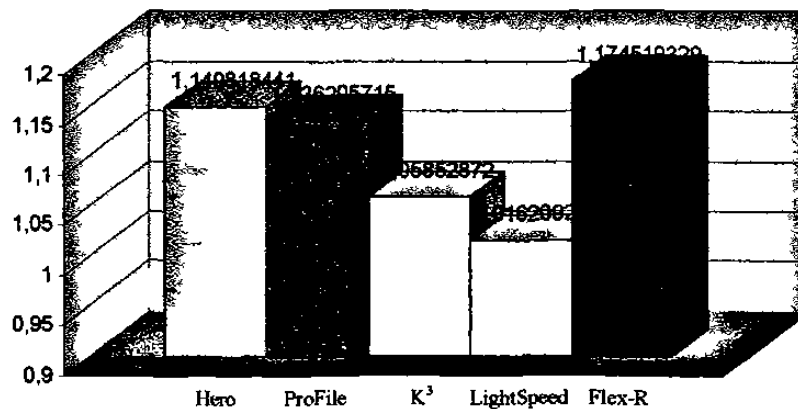


Grafico 16.
Promedio del área en molares inferiores a nivel apical
en los diferentes grupos de estudio.

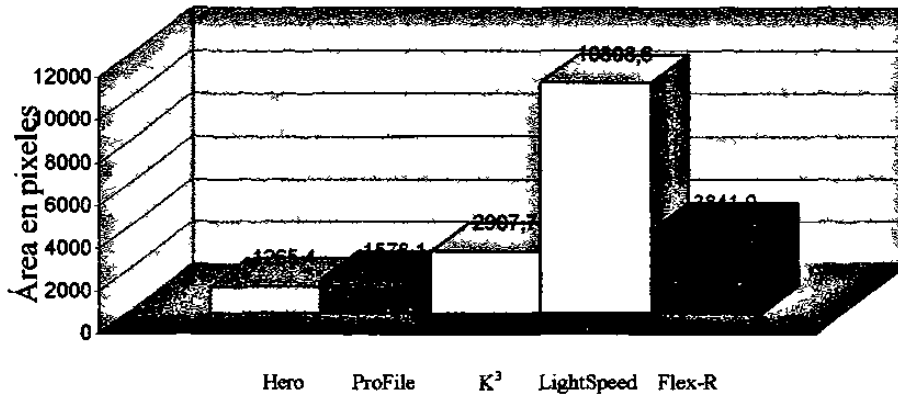


Grafico 17.
Promedio de la diferencia del análisis de forma
en molares inferiores a nivel apical en los diferentes grupos de estudio.

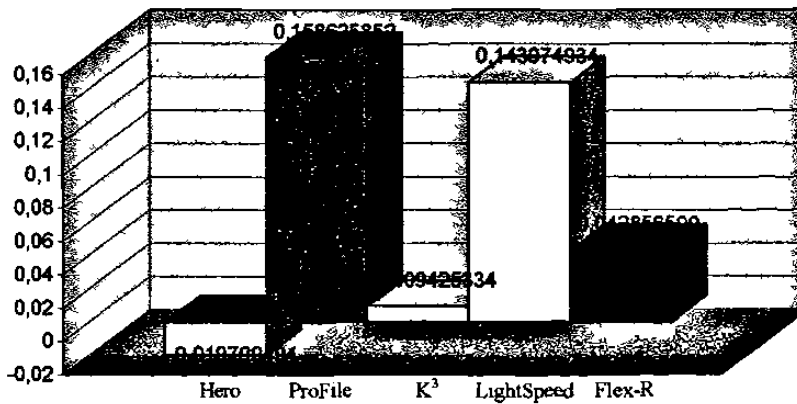


Grafico 18.
Promedio del análisis de forma en molares inferiores
a nivel apical en los diferentes grupos de estudio.

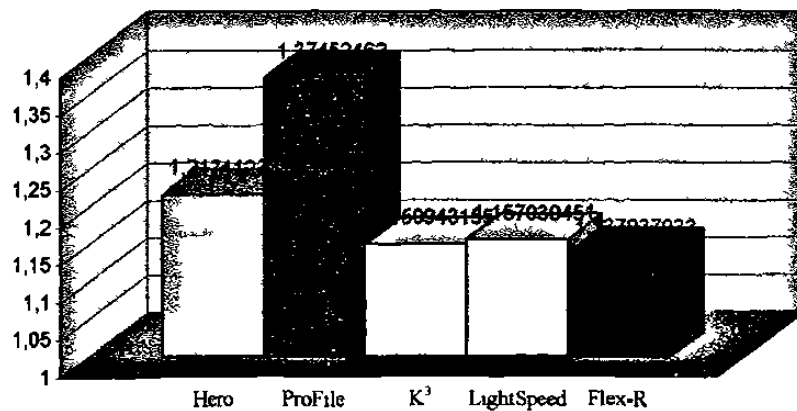


Grafico 19.
Promedio del área en molares inferiores a nivel medio en los diferentes grupos de estudio.

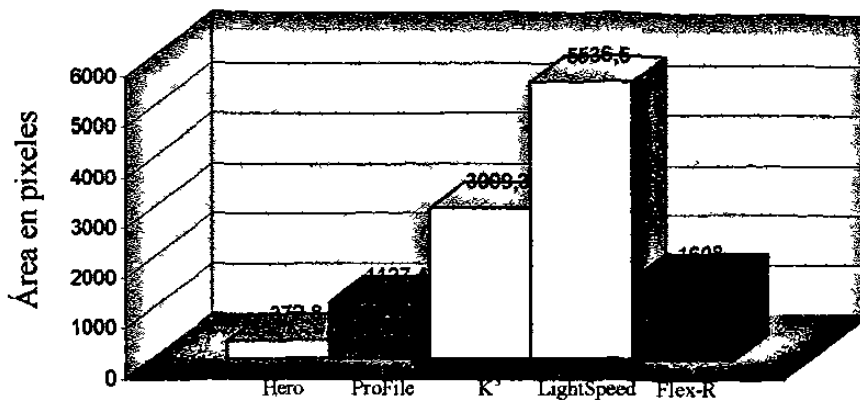


Grafico 20.
Promedio de la diferencia del análisis de forma en molares inferiores a nivel medio en los diferentes grupos de estudio.

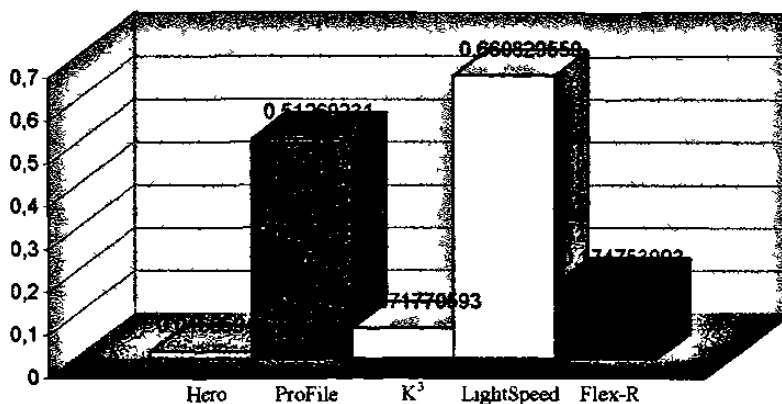


Grafico 21.
Promedio del análisis de forma en molares inferiores a nivel medio en los diferentes grupos de estudio.

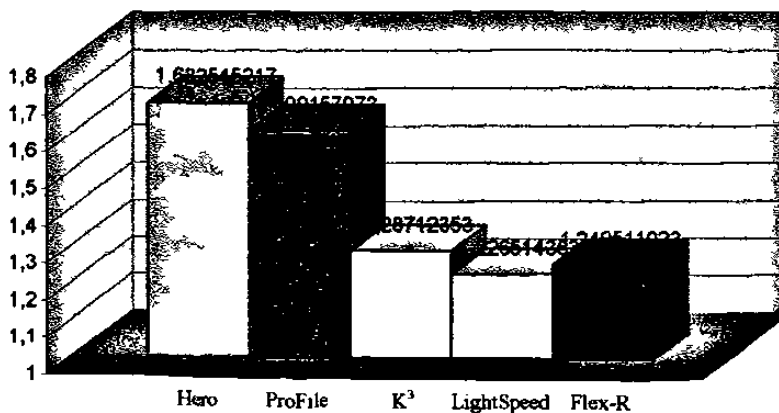


Grafico 22.
Promedio del área en molares inferiores a nivel cervical
en los diferentes grupos de estudio.

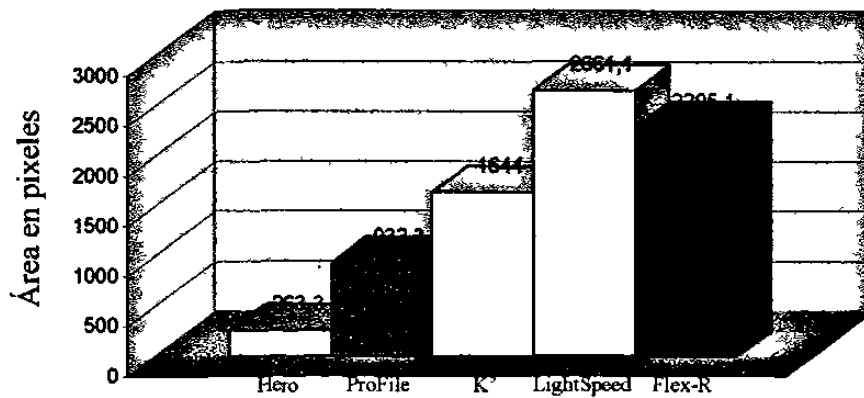


Grafico 23.
Promedio de la diferencia del análisis de forma
en molares inferiores a nivel cervical en los diferentes grupos de estudio.

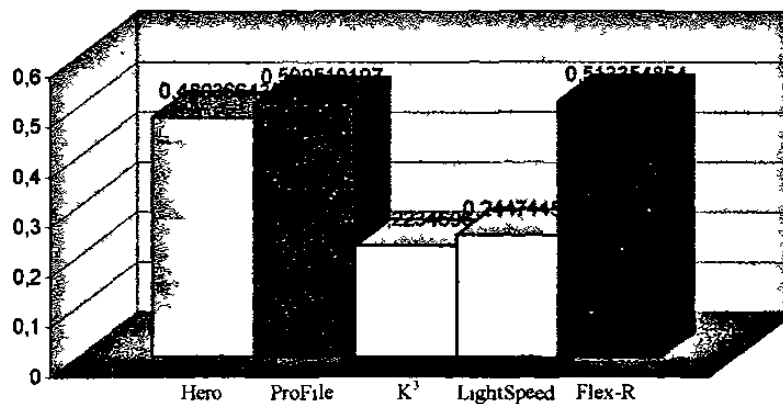
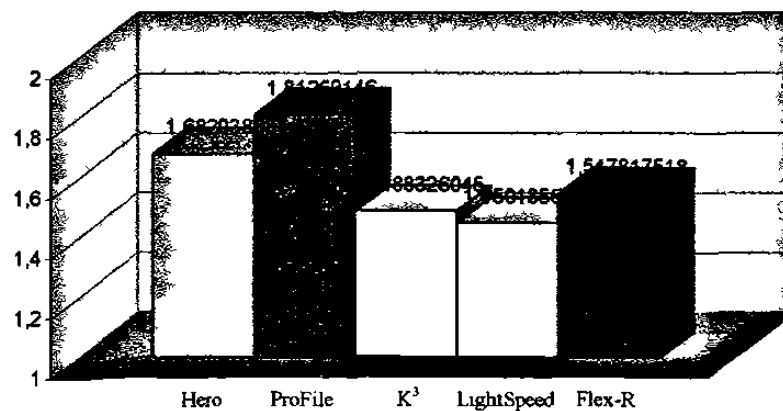


Grafico 24.
Promedio del análisis de forma en molares inferiores
a nivel cervical en los diferentes grupos de estudio.



Anexos 3
Figuras

Técnica de Bramante modificada

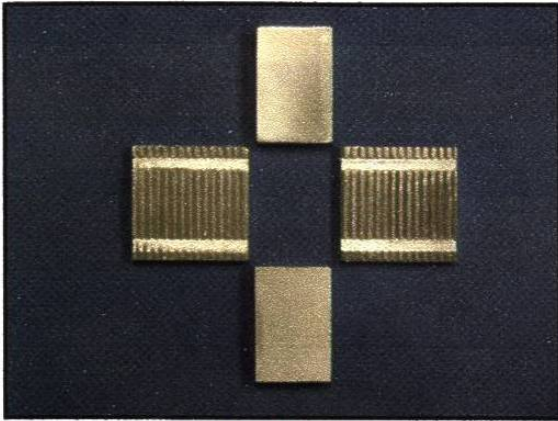


Figura 1. Cubo metálico desmontado.

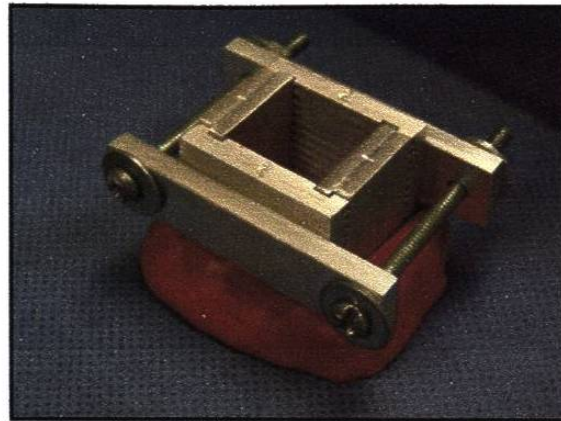


Figura 2. Cubo metálico armado.



Figura 3. Guía en cera rosada.

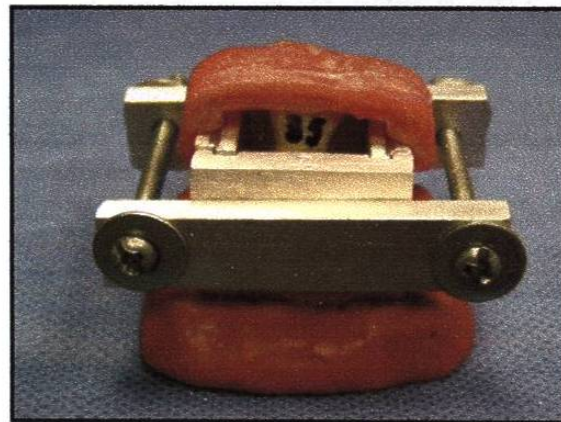


Figura 4. Diente colocado en resina líquida.



Figura 5. Cortadora Isomet de la casa Buehler.

Microscopio estereoscópico

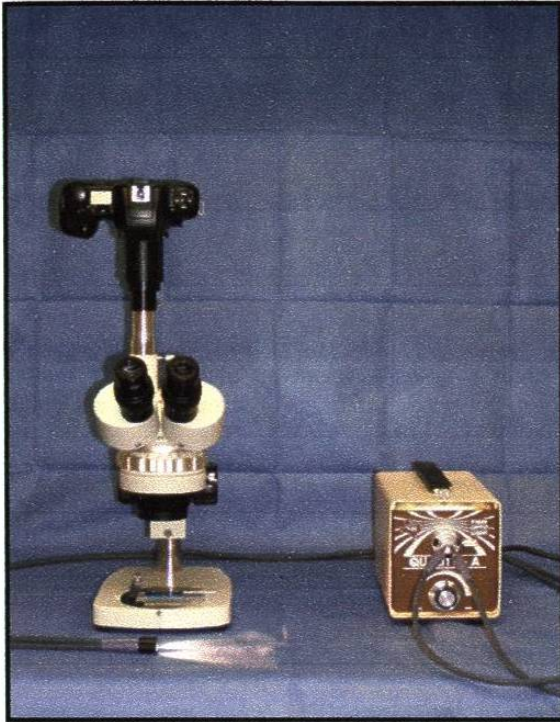


Figura 6. Equipo utilizado en la investigación.

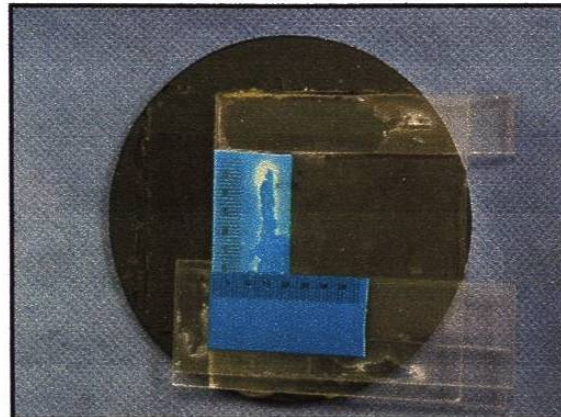


Figura 7. Dispositivo especial para obtener las medidas en los ejes X y Y.

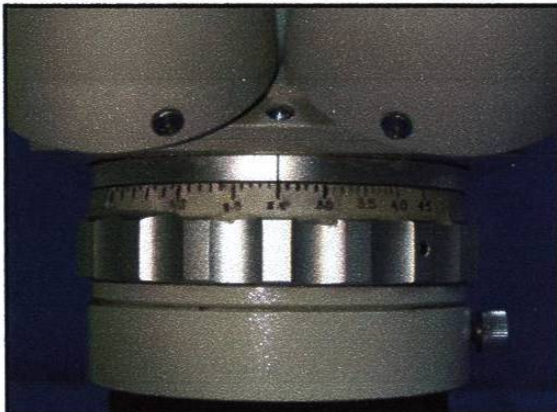


Figura 8. Marcas para obtener un aumento exacto en cada fotografía.

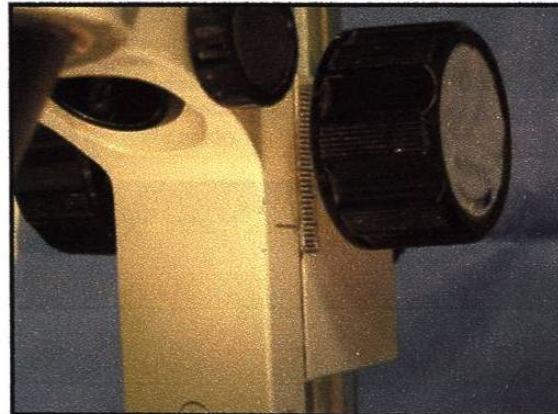


Figura 9. Marcas para obtener la altura a la que se tomó la fotografía.

Fotografías pre y post instrumentación

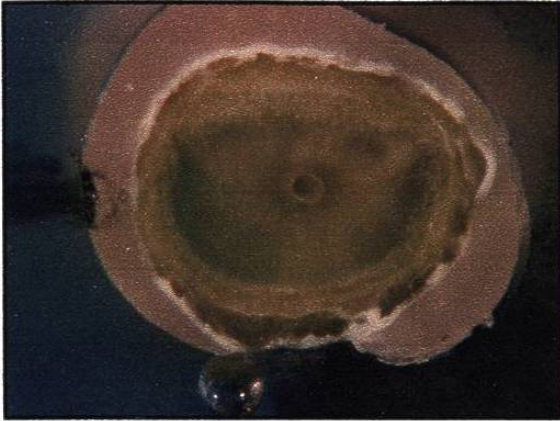


Figura 10. Conducto de molar superior a nivel apical sin instrumentar.

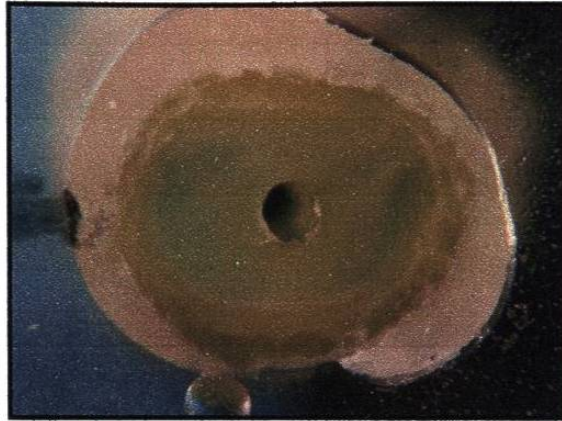


Figura 11. Conducto de molar superior a nivel apical instrumentado.



Figura 12. Conducto de molar superior a nivel medio sin instrumentar.

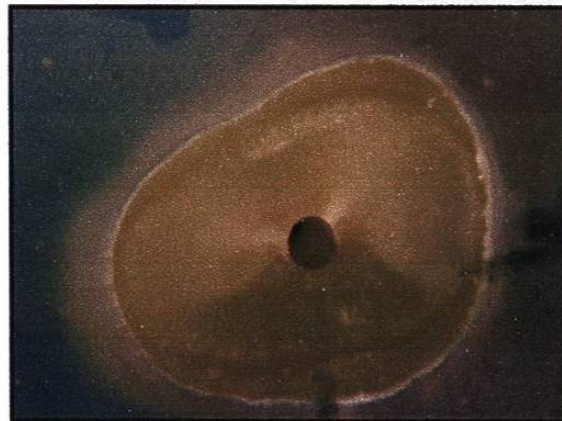


Figura 13. Conducto de molar superior a nivel medio instrumentado.



Figura 14. Conducto de molar superior a nivel cervical sin instrumentar.



Figura 15. Conducto de molar superior a nivel cervical instrumentado.

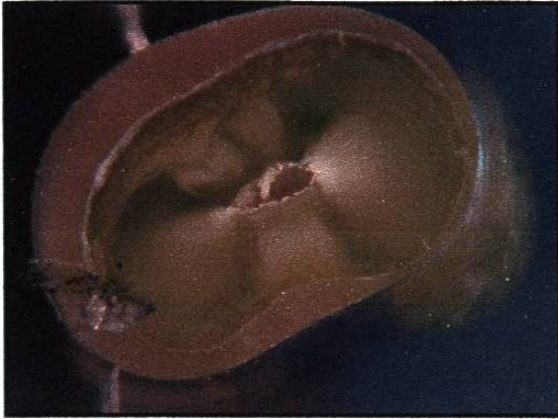


Figura 16. Conducto de molar inferior a nivel apical sin instrumentar.

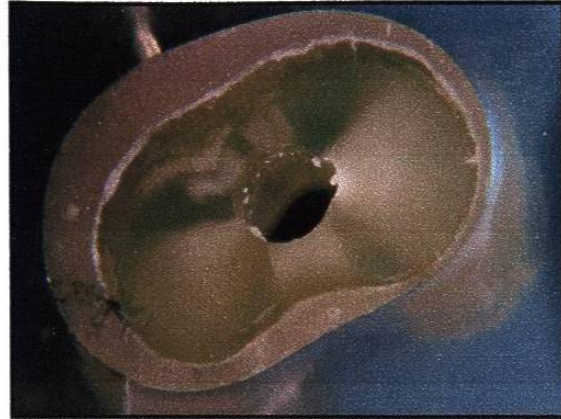


Figura 17. Conducto de molar inferior a nivel apical instrumentado.



Figura 18. Conducto de molar inferior a nivel medio sin instrumentar.

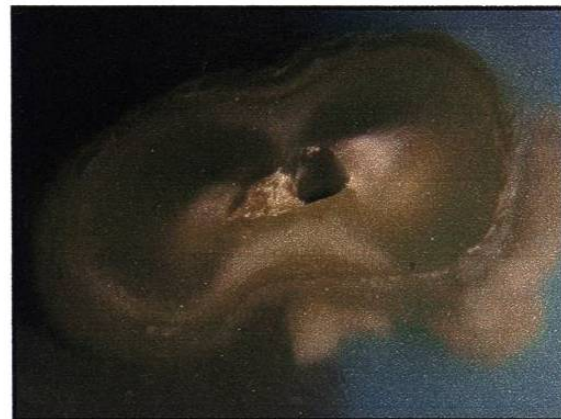


Figura 19. Conducto de molar inferior a nivel medio instrumentado.

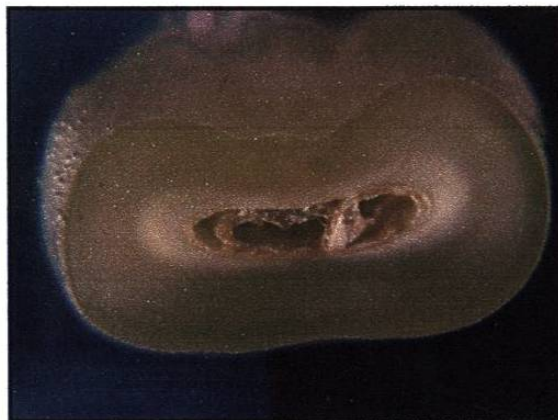


Figura 20. Conducto de molar inferior a nivel cervical sin instrumentar.



Figura 21. Conducto de molar inferior a nivel cervical instrumentado.

Análisis de imagen

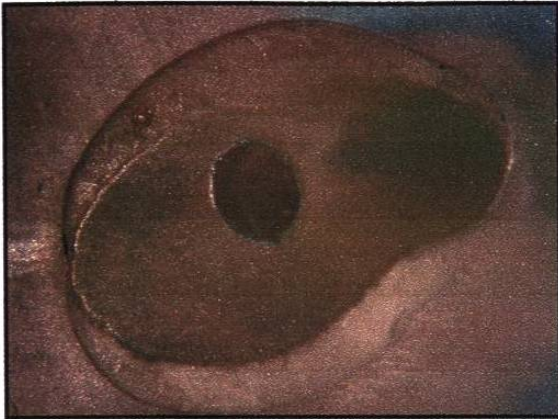


Figura 22. Trazado del conducto radicular.

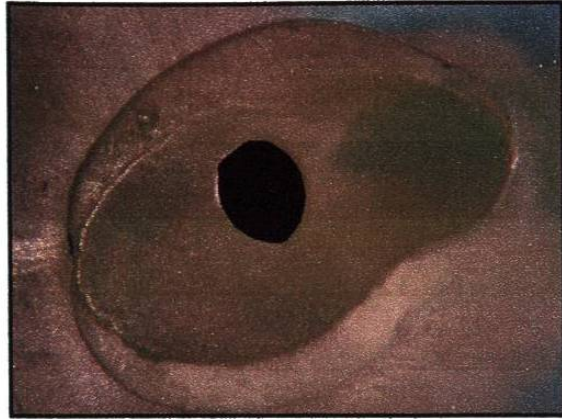


Figura 23. Relleno del trazado para guardarse como archivo nuevo.

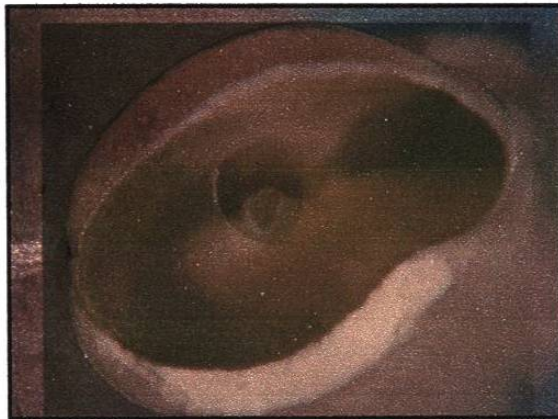


Figura 24. Sobreposición de imágenes antes y después de preparar.

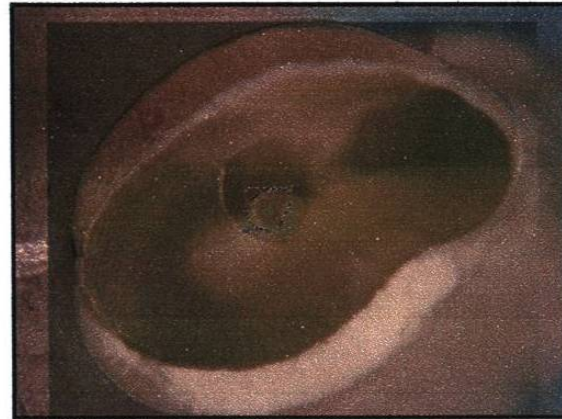


Figura 25. Obtención del centro del conducto sin preparar.

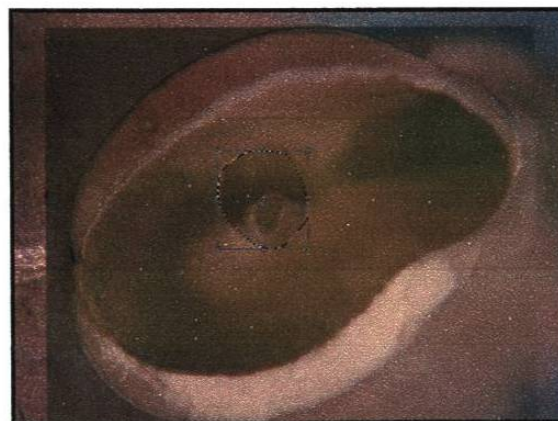


Figura 26. Obtención del centro del conducto preparado.

