



**UNIVERSIDAD DE SEVILLA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

***“ESTUDIO IN VITRO DEL ESPESOR RADICULAR
RESIDUAL DEJADO POR DIFERENTES SISTEMAS
ROTATORIOS EN LA ZONA DE PELIGRO”***

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor, por:

Carlos Alberto Luna Lara

Directores de Tesis:

Dr. Rafael Llamas Cadaval

Dra. Amparo Jiménez Planas

Sevilla, España; Enero de 2014

D. RAFAEL LLAMAS CADAVAL Y D^a AMPARO JIMÉNEZ PLANAS, DOCTORES EN MEDICINA Y CIRUGÍA Y PROFESORES TITULARES DE UNIVERSIDAD Y ADSCRITOS AL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA,

CERTIFICAN QUE: D. Carlos Alberto Luna Lara ha realizado bajo su dirección los trabajos de investigación del proyecto de Tesis Doctoral titulado : *“ESTUDIO IN VITRO DEL ESPESOR RADICULAR RESIDUAL DEJADO POR DIFERENTES SISTEMAS ROTATORIOS EN LA ZONA DE PELIGRO”.*

Sevilla, 29 de Julio de 2013

Dr. Rafael Llamas Cadaval Dra. Amparo Jiménez Planas

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Rafael Llamas Cadaval y a la Dra. Amparo Jiménez Planas, por sus invalorable asesorías y confianza que me permitió llegar a esta instancia.

Mil gracias por el apoyo recibido y compartir su amplia experiencia, conocimientos y profesionalismo lo cual me motivan cada día a superarme.

A los profesores: **Emilio Jiménez-Castellanos, Diego Cañadas, Magdalena Azabal, Enrique Solano, Asunción Mendoza, Guillermo Machuca, Pedro Bullón, José Luis Gutiérrez y Daniel Torres,** por sus valiosas participaciones en la consecución del grado.

**AGRADECIMIENTOS
PERSONALES Y/O
FAMILIARES**

**A mis hijas Hana y Rumi, por ser mi inspiración y motivo que me
alientan día a día a mejorar para ser un ejemplo de vida para
ellas, buscando siempre su bienestar y salud.**

**A mi esposa Rumi, por ser mi compañera en la vida y brindarme
todo su apoyo, amor y comprensión en todo momento. Gracias
“gorda”, te amo.**

**A mi hermano Jorge, por ser un ejemplo de tenacidad y fortaleza
para afrontar los diferentes retos de la vida, por tus consejos y
cada palabra de aliento para alcanzar esta meta.**

**A mi hermano Arturo, por estar presente, apoyarme y depositar
su confianza en mí.**

Gracias a todos, los quiero.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	10
A) ANATOMÍA DE LOS CONDUCTOS RADICULARES	11
1. RAMIFICACIONES LATERALES O CONDUCTOS	
ACCESORIOS	12
2. ANASTOMOSIS TRANSVERSAL O ISTMOS	13
3. FORMA Y DIÁMETRO DEL CONDUCTO RADICULAR.....	14
4. CURVATURA RADICULAR.....	16
5. ZONA DE PELIGRO	18
B) PREPARACIÓN DEL TERCIO CORONAL	22
1. INSTRUMENTOS PARA LA PREPARACIÓN DEL TERCIO	
CORONAL	23
a) GATES GLIDDEN	24
b) LAAXXESS.....	26
c) SISTEMA PROTAPER.....	28
d) SISTEMA K3.....	31
C) MÉTODOS DE ESTUDIO PARA EVALUAR LA PREPARACIÓN	
BIOMECÁNICA EN LA ZONA DE PELIGRO.....	34
1. CORTES TRANSVERSALES.....	34
2. CUBO ENDODÓNTICO.....	35
3. MICROTOMOGRFÍA COMPUTARIZADA.....	36
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	37
III. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO	40
IV. JUSTIFICACIÓN	42

	Página
V. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	44
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	46
A) DISEÑO DEL ESTUDIO	47
1. POBLACIÓN DEL ESTUDIO.....	47
B) MUESTRA.....	47
1. TIPO DE MUESTREO.....	47
2. TAMAÑO DE LA MUESTRA	48
3. DEFINICION DE TRATAMIENTOS	48
4. CRITERIOS DE SELECCIÓN	48
C) DEFINICIÓN DE VARIABLES	49
D) LÍMITES DEL ESTUDIO	50
E) PROCEDIMIENTO	51
F) PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO	58
VII. RESULTADOS	59
VIII. DISCUSIÓN.....	66
A) GATES GLIDDEN.....	68
B) LAAXXESS	69
C) SISTEMA PROTAPER.....	69
D) SISTEMA K3.....	70
IX. CONCLUSIONES.....	71
X. BIBLIOGRAFÍA	73
XI. PUBLICACIONES DERIVADAS DE ESTA TESIS.....	83
XII. ANEXOS.....	85

I.INTRODUCCIÓN

La adecuada limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares consiste en darle una forma al conducto radicular que permita remover todo el tejido pulpar vital, necrótico, dentina y microorganismos del conducto neutralizando cualquier potencial antígeno biológico de los componentes microbianos que permanecen en el sistema de conductos. Así mismo facilitar la recepción de un material de obturación, que selle herméticamente y tridimensionalmente todo el espacio del conducto radicular.¹⁻⁴

Desafortunadamente la limpieza y conformación del conducto radicular está adversamente influenciada por la variabilidad de la anatomía del sistema de conductos, destacando las ramificaciones, formas y curvaturas.

A) ANATOMÍA DE LOS CONDUCTOS RADICULARES.

El conocimiento completo del sistema de conductos a diferentes niveles es indispensable para la correcta ejecución del tratamiento, debido a que presenta una amplia variedad de configuraciones, ramificaciones y dimensiones que dificultan la limpieza y conformación.^{5, 6}

Un ejemplo de la complejidad que se presenta en el sistema de conductos radiculares se puede observar en el trabajo de Vertucci⁷ quién realizó un estudio en 2400 dientes permanentes extraídos mediante la técnica de diafanización para determinar el número de conductos y sus diferentes configuraciones. Observó que las raíces de los dientes presentan uno o más conductos que pueden seguir diversas vías a lo largo de la raíz y terminar en el ápice en uno o varios forámenes clasificándolos en 8 tipos (Tabla 1). Además observó una amplia variedad de ramificaciones del conducto principal y anastomosis transversales.

Tabla 1. Configuración de conductos radiculares según la clasificación de Vertucci ⁷.

<p>Tipo I: Un conducto único que se extiende desde la cámara pulpar hasta el ápice con un solo foramen.</p> <p>Tipo II: Dos conductos separados que se extienden de la cámara pulpar y se unen cerca del ápice para salir con un solo foramen.</p> <p>Tipo III: Un conducto que se extiende desde la cámara pulpar y se divide en dos en la raíz y se vuelven a fusionar para salir con un solo foramen.</p> <p>Tipo IV: Dos conductos distintos y separados que se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice con dos forámenes separados.</p> <p>Tipo V: Un conducto que se extiende desde la cámara pulpar y se divide cerca del ápice en dos conductos distintos.</p> <p>Tipo VI: Dos conductos separados que salen de la cámara pulpar se funden en el cuerpo de la raíz y vuelven a dividirse cerca del ápice para salir como dos conductos distintos.</p> <p>Tipo VII: Un conducto sale de la cámara pulpar, se divide y después vuelve a unirse en el cuerpo de la raíz, y finalmente se divide otra vez en dos conductos distintos cerca del ápice.</p> <p>Tipo VIII: Tres conductos distintos y separados que se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice con forámenes separados.</p>
--

1. RAMIFICACIONES LATERALES O CONDUCTOS ACCESORIOS.

Las ramificaciones laterales se forman durante el desarrollo de la raíz, después de que un fragmento de la vaina epitelial deja un pequeño espacio o cuando los vasos sanguíneos que corren del surco dental a la papila quedan atrapados durante la dentinogénesis.⁸

De Deus ⁹ los clasifica dependiendo de su localización y dirección en: conducto lateral, secundario, accesorio, colateral, bifurcado, reticular y delta apical. Se pueden presentar en cualquier lugar a lo largo de la raíz en un 27.4% hasta un 75% pero principalmente en la porción apical y con mayor frecuencia en los dientes posteriores.⁷⁻⁹

2. ANASTOMOSIS TRANSVERSALES O ISTMOS.

Los istmos se definen como una unión muy fina entre dos o más conductos radiculares que coexisten en la misma raíz y contienen tejido pulpar. Los istmos pueden estar presentes en todo tipo de raíz en la que se encuentren dos o más conductos sin embargo la raíz mesial del primer molar inferior es la que mayor incidencia presenta entre 17.25% a un 89% y se localizan entre los 3 a 5mm apicales.¹⁰⁻¹⁴

Peiris y Cols.¹⁵ observaron que la presencia de istmos en los primeros y segundos molares inferiores aumenta con la edad entre los 31 a 40 años y la prevalencia es baja entre los jóvenes y los mayores de 40 años debido a la aposición de dentina secundaria que da como resultado el estrechamiento del conducto radicular y la desaparición de la anastomosis transversal.

Hsu y Kim¹⁴ los clasificaron en cinco tipos (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de istmos según Hsu Kim.¹⁴

<p>Tipo I: Dos o tres conductos con comunicación no notable o no existente.</p> <p>Tipo II: Dos conductos con una conexión definida entre ellos, como grosor de un cabello delgado.</p> <p>Tipo III: Tres conductos con una conexión definida entre ellos.</p> <p>Tipo IV: Conductos extendidos (largos) hacia la conexión.</p> <p>Tipo V: Una conexión real con un corredor amplio entre 2 conductos.</p>

La preparación del conducto radicular juega un papel importante en la eliminación de tejido pulpar, bacterias y dentina residual del interior del conducto radicular sin embargo, la presencia de irregularidades como: istmos y ramificaciones laterales tienden a complicar la limpieza y desinfección debido a que los instrumentos endodónticos no alcanzan a tocar estas irregularidades y el tejido remanente dentinario y bacterias suelen empaquetarse sobre ellas.^{16, 17}

3. FORMA Y DIÁMETRO DE LOS CONDUCTOS RADICULARES.

El conducto radicular presenta diversas características morfométricas en sentido transversal en el tercio apical que son de suma importancia para establecer una correcta longitud de trabajo y seleccionar el tamaño de la preparación que permita una adecuada limpieza y obturación subsecuente.¹⁸

Una de las primeras investigaciones sobre la forma de los conductos en el tercio apical fue realizada por Kuttler¹⁹ quien estableció tres puntos importantes de referencia para determinar el límite apical de la instrumentación y obturación del conducto radicular como son: la constricción apical, la unión cemento dentina y el foramen apical, los cuales sufren variaciones con la edad por el acumulo de cemento y dentina. Además observo que el conducto radicular está dividido en dos partes:

- Una porción dentinaria larga rodeada de dentina de forma cónica con el diámetro mayor hacia la cámara pulpar y el menor donde se une con el cemento.
- Una porción cementaria, muy corta rodeada de cemento, de forma cónica pero invertida con su base en el foramen y su vértice truncado en la unión con la parte estrecha y termina en la porción dentinaria.

La constricción apical es el punto anatómico utilizado como límite de la limpieza, conformación y obturación del conducto radicular que se localiza entre .30mm hasta 1.01mm del vértice apical ¹⁹⁻²¹ con un diámetro 299 μ m en los dientes jóvenes y de 224 μ m para los dientes adultos.¹⁹

Mauger y Cols.²² por su parte estudiaron la morfología de 100 incisivos laterales observando cuatro formas distintas del conducto radicular en apical: redonda, ovalada, ovalada alargada y acintado. Estas formas se daban en relación a la proporción entre los diámetros transversal mesiodistal y bucolingual. Entre más cercana sea la proporción, los conductos tienen formas ovals o redondas y entre más distantes sean, los conductos tienen una forma oval alargada o acintada.

Wu y Cols.²³ examinaron el diámetro a nivel apical de 180 dientes incisivos, caninos, premolares y molares tanto superior como inferior, mediante cortes transversales de 1, 2, 3, 4 y 5mm. Observando que los conductos suelen tener una forma ovalada o de listón en los últimos 5mm apicales y que su diámetro mayor es más grande bucolingualmente que mesiodistalmente, recomendando que las preparaciones apicales deban darse para las medidas mayores.

Martos y Cols.²⁴ también observaron que el diámetro mesiobucal es más pequeño que el diámetro bucolingual al medir el diámetro apical a 1,2, y 3 mm del ápice en 20 raíces mesiobucales de primeros molares superior y 20 raíces mesiales de primeros molares inferiores, reportando que en el conducto mesiovestibular del primer molar inferior el diámetro mayor en promedio a 1 mm era de 0.607 mm y a 3mm de 0.882mm y el conducto mesiolingual a 1 mm y 3 mm era de 0.329 mm y 0.515 mm respectivamente. El conducto mesiobucal del primer molar superior el diámetro mayor a 1 mm fue de 0.319 y a 3 mm de 0.613 mm.

4. CURVATURA RADICULAR.

Uno de los mayores desafíos de la endodoncia es la instrumentación de conductos curvos y estrechos, los cuales por su anatomía radicular compleja los hace únicos y difíciles de tratar por lo que algunos autores han utilizado diferentes métodos para determinar y clasificar las curvaturas de los conductos. Nagy y Cols.²⁵ clasificaron mediante cálculos matemáticos la forma de las curvaturas de los conductos radiculares en: **I** trayecto rectilíneo, **J** curvatura en la zona apical, **C** curvatura que abarca todo el trayecto del conducto y en **S** varias curvaturas.

Schneider ²⁶ propone un análisis para la obtención del grado de curvatura radicular con el fin de evaluar la frecuencia con la cual se podrían producir preparaciones redondas mediante la instrumentación manual en el tercio apical de conductos radiculares curvos y rectos, a partir del ángulo formado por una línea trazada paralela al eje longitudinal del conducto en el tercio coronal y una segunda línea desde el foramen apical hasta interceptar el punto donde la primera línea deja el eje axial del conducto.

Con este método divide su muestra en tres grupos, con base en el grado de curvatura; los califica de la siguiente manera:

- Conductos rectos a los que presenten un grado de curvatura menor de 5°.
- Curvaturas moderadas a los conductos con 10°- 20°.
- Curvaturas severas a aquellos conductos que muestran una curvatura de 25°- 70°.

Sin embargo las curvaturas pasan algunas veces inadvertidas en las angulaciones radiográficas convencionales, debido a que la radiografía es una representación bidimensional de un objeto tridimensional.

Cunningham y Senia ²⁷ realizaron un estudio en 100 raíces mesiales de primeros y segundos molares inferiores concluyendo que el 100% de las muestras presentaron curvaturas en los conductos MB y ML en radiografías proximales y clínicas, que ambos conductos tienen similar angulación, que las curvaturas secundarias solo fueron vistas en el 2.5% de las radiografías con vista clínica en comparación con el 30% de las radiografías con vista proximal.

Kartal y Cimilli ²⁸ realizaron un estudio en 697 primeros molares inferiores con dos tomas radiográficas, una clínica y otra proximal reportando un grado de curvatura en mesiovestibular de 23.05° y mesiolingual 21.19° en toma clínica y en proximal en mesiovestibular de 17.08° y mesiolingual 14.35°.

Gu y Cols. ²⁹ en otro estudio reportaron que la raíz mesial del primer molar inferior presenta una curvatura con una trayectoria mesial en cervical y conforme avanza hacia apical se orienta en sentido distal y sus conductos muestran una curvatura de moderada a severa, además notaron que exhiben una segunda curvatura apical en el 34.78% de las muestras estudiadas.

Durante la preparación de los conductos radiculares curvos, se puede producir accidentes de procedimiento como son: la formación de escalones, pérdida de longitud de trabajo, obturaciones cortas, fracturas de instrumentos, adelgazamiento excesivo de las paredes del conducto, sobre-obturaciones y perforaciones. ³⁰

Weine y Cols.^{31, 32} examinaron las alteraciones que ocurren durante la preparación en conductos curvos simulados en cubos de acrílico, utilizando instrumentos de acero. Observaron que los instrumentos de mayor calibre dentro del conducto tienden a enderezarse produciendo una remoción asimétrica o desvío del conducto en apical ocasionando accidentes como, la formación de escalones, deformación del ápice (zip) y perforaciones.

Todos los instrumentos de endodoncia tienden a enderezarse o desviarse del eje del conducto (transportación) ocasionando una desigual distribución de fuerzas en determinadas aéreas del conducto radicular. En la zona apical el instrumento se desplaza hacia el exterior de la curvatura, mientras que en el tercio coronal y medio del conducto se transporta hacia la concavidad de la curvatura.^{4,18, 31-33} La desviación del eje conducto produce una remoción asimétrica de tejido dentinario dejando segmentos de las paredes del conducto sin ser instrumentadas,^{34,35} mientras que, en las otras zonas puede ocasionar un desgaste excesivo de tejido a lo largo de la pared interna de la curvatura principalmente en las raíces de molares,^{4,18,36,37} lo que puede dar como resultado un debilitamiento de las paredes o una perforación en franja o tira (perforación strip) en el tercio medio o coronal del conducto, esta circunstancia se debe a que la pared furcal de las raíces presentan un menor espesor de dentina en esta zona denominada zona de peligro.^{4, 30,38}

5. ZONA DE PELIGRO.

Abou-Rass y Cols.³⁰ mencionan que el espesor de la pared de los conductos curvos puede ser irregular y variable en las direcciones bucolingual y mesiodistal, en las raíces mesiales de los molares inferiores, destacando la existencia de una área delgada en la pared del conducto que es vulnerable a adelgazamiento causado por limado del conducto radicular poco juicioso (inadecuado); nombrando a este sitio zona de peligro.

Estos autores recomendaron la técnica de instrumentación anticurvatura con la que los instrumentos trabajan más hacia la zona de seguridad, evitando así el desgaste excesivo de la zona de peligro.

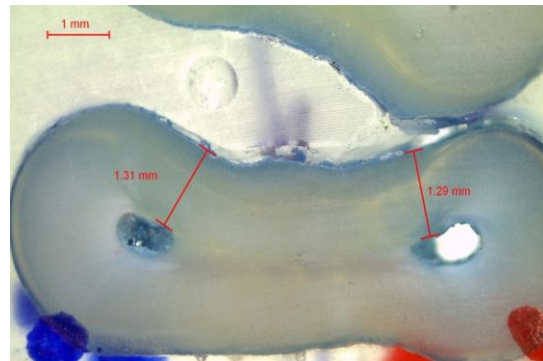


Fig.1.- Corte transversal a 1 mm de furca observado a 20X con mediciones de la zona de peligro.

Tabrizzadeh y Cols.³⁹ Mencionan que la zona de peligro, es la zona de la raíz donde menos estructura dental existe en comparación con la porción más periférica de dentina radicular, se presenta principalmente en las raíces en forma transversal de ocho como los incisivos inferiores, raíz mesial de molares inferiores y en la raíz mesiovestibular de molares superiores. Reportando que el espesor medio radicular en la zona de peligro a 4 mm de la entrada del conducto de las raíces mesiales de molares inferiores extraídos es de $1.2 \pm 0,3$ mm. (Fig. 1).

Garcia Filho y Cols.⁴⁰ También midieron la zona de peligro en 100 raíces mesiales de molares inferiores extraídos, observando en los conductos mesiovestibulares y mesiolinguales que las muestras a dos milímetros de la furca presentan un espesor medio de la dentina en la zona de peligro en ambos conductos de 0.789 ± 0.182 mm, además, no encontraron diferencia significativa en el espesor de la dentina en ambos conductos.

Por su parte, Sauáia y Cols.⁴¹ observaron bajo microscopía estereoscópica la zona de peligro en 92 raíces mesiales de molares inferiores mediante cortes transversales a 2 mm de la bifurcación, reportando que el espesor de dentina radicular en el conducto mesiovestibular varía entre 0.92 mm a 1.01 mm y el conducto mesiolingual entre 0.91 mm a 0.97 mm.

Gu y Cols.⁴² también observaron mediante tomografía computarizada que la pared furcal o distal de los conductos mesiales muestra un menor espesor de dentina comparado con las demás paredes, reportando que el espesor promedio de la pared distal en el tercio cervical del conducto mesiovestibular es de 1.65 mm mientras que la del conducto mesiolingual es de 1.62 mm.

Berutti y Fedon⁴³ observaron radiográficamente el espesor de la dentina y el cemento de los conductos mesiales de molares inferiores, reportando que el menor espesor de la dentina se localiza en la zona distal a 1.5 mm por debajo de la bifurcación, con un espesor de dentina en promedio de 1.2 mm para el conducto mesiovestibular y de 1.3 mm para el conducto mesiolingual, concluyendo que esta es la zona de mayor riesgo durante la instrumentación y que las diferencias en décimas o centésimas de milímetro pueden ser fundamentales para evitar una perforación en franja de esta zona.

Como se observa en la zona de peligro hay menos estructura dental comparada con la porción más periférica (zona de seguridad) de la dentina radicular. Hay una tendencia, en particular en los conductos curvos sin un acceso en línea recta, para eliminar dentina en la zona de peligro. Algunos autores han observado que la realización de un acceso con instrumentos rotatorios puede producir un desgaste excesivo en esta zona, o incluso una perforación.

McCann y Cols.⁴⁴ estudiaron la cantidad de desgaste dentinario en cuarenta raíces mesiales de molares inferiores extraídos instrumentados por 2 técnicas de instrumentación manuales (Técnica de Goerig, Gates Glidden más limas k o instrumentación ultrasónica con ensanchado coronal a #35) observando en diferentes cortes transversales bajo microscopio que el menor espesor remanente de tejido dentinario se localizó a los 3 mm de la furca en la cara distal y reportando una perforación a este nivel.

Por su parte Kessler y Cols.⁴⁵ también observaron un menor espesor de dentina post-instrumentación (Técnica manual con ensanchamiento coronal con instrumentos Hedström a #60, fresas redondas No 2 y 4 o Gates Glidden No. 2 y 3) a 3 mm de la furca en la zona de peligro de 40 raíces mesiales de molares inferiores extraídos.

Akhlaghi y Cols.³⁸ compararon la eliminación de dentina producida por el sistema V-Taper y la instrumentación manual utilizando K Flexo files en combinación con Gates Glidden, en el conducto mesiovestibular de primeros molares inferiores. Ellos observaron una mayor remoción de dentina en la pared distal a nivel cervical del conducto radicular con un espesor promedio residual para el sistema V-Taper de $0.52 \pm 0,14$ mm y para el grupo de Gates Glidden de 0.54 ± 0.13 mm. Concluyendo que la pared distal de los conductos mesiovestibulares es una zona de peligro y que la preparación de esta área debe ser realizada con mucha precaución.

Lim y Stock.⁴⁶ evaluaron la efectividad de la técnica anticurvatura y el método Step-back para reducir el riesgo de perforación en la zona de peligro en 30 raíces mesiales de molares inferiores. Reportaron que después de la instrumentación con ambas técnicas el riesgo de perforación de la pared furcal es más probable que se produzca a 8 mm del ápice que a 5 mm, además se menciona, que un espesor de dentina radicular menor a .03 mm dejado durante la preparación del conducto radicular, es considerado crítico ya que supone que las

fuerzas durante la condensación lateral podrían ocasionar suficiente estrés que a su vez cause que el material de obturación fracture las paredes del conducto, las cuales ya han sido demasiado debilitadas durante la preparación.

B) PREPARACIÓN DEL TERCIO CORONAL.

La preparación del tercio coronal o cervical, cumple uno de los objetivos de la cavidad del acceso endodóntico; el de crear un acceso en línea recta, permitiendo que los instrumentos entren libremente en el conducto radicular. Además facilita la forma de embudo o cónica continua con un diámetro mayor en sentido coronal y menor a medida que se aproxima al ápice.¹

Goerig y Cols.⁴⁷ mencionan una serie de ventajas obtenidas con la preparación coronal temprana:

- Permite un acceso recto a la región apical.
- Permite eliminar las interferencias dentinarias en los tercios coronal y cervical, permitiendo que la instrumentación apical se lleve a cabo rápida y eficientemente.
- Permite una penetración más profunda de las soluciones de irrigación.
- Menor probabilidad de que la longitud de trabajo cambie debido a que la curvatura se ha reducido.

Leeb⁴⁸ observó en un estudio en molares inferiores y superiores, que la zona de menor diámetro del conducto se localiza en la entrada de este, en el tercio cervical y no en el área más apical debido a la aposición de dentina dificultando la penetración de los instrumentos a longitud de trabajo, observando

que la ampliación del conducto en el tercio cervical antes de la instrumentación, elimina esta interferencia y facilita la instrumentación.

Cunningham y Senia ²⁷ por su parte observaron radiográficamente que el ángulo de la curvatura primaria se reduce significativamente después del ensanchamiento coronal en raíces mesiales de molares inferiores, lo que permite alcanzar la curvatura apical del conducto de una manera más sutil y sin interferencias reduciendo así el riesgo de accidentes como: escalones, transportación, zip, fractura de instrumentos o pérdida de la longitud de trabajo.

Brito-Júnior y Cols.⁴⁹ evaluaron el efecto de la preparación coronal en la precisión de dos localizadores electrónicos de ápice en raíces palatinas de molares superiores previamente extraídas, reportando que la preparación coronal incrementó la exactitud de las mediciones de ambos localizadores.

Además una serie de estudios han investigado que el uso de abridores o fresas en la fase de la preparación cervical temprana aumenta uno o dos calibres al primer instrumento que se ajusta a longitud de trabajo, permitiendo así definir con mayor claridad el primer instrumento en apical que se debe utilizar para iniciar la preparación en esta zona.⁵⁰⁻⁵³

1. INSTRUMENTOS PARA LA PREPARACIÓN DEL TERCIO CORONAL.

A lo largo de la historia de la endodoncia diferentes instrumentos han sido utilizados para la preparación del tercio cervical, destacando las fresas Gates Glidden y Pessó ⁵⁴ En la actualidad con la introducción y desarrollo constante de los sistemas rotatorios de níquel- titanio que utiliza el concepto corona-ápice,

vinieron a mejorar la preparación de los conductos radiculares. Estos instrumentos cuentan con diferentes diseños y conicidades (progresivas o constantes) y sus propios abridores para la preparación del tercio coronal del conducto, ejemplo de esto son diferentes métodos de instrumentación como ProTaper, K3^{36,55}, LA Axxess, entre otros⁵³.

a) Gates-Glidden: estos instrumentos cuentan con un extremo cortante corto, en forma de flama, con hojas cortantes laterales levemente espiraladas con ángulo muy inclinado respecto a la vertical. Además poseen una pequeña guía no cortante en su extremo para minimizar el potencial de perforación de la superficie radicular, mientras que la cabeza cortante está conectada al vástago por un fino y largo cuello. Las fresas Gates Glidden están diseñadas con un punto débil en la parte más cercana del eje a la pieza de mano, de forma tal que el instrumento fracturado pueda ser retirado fácilmente del conducto. Se fabrican en juegos numerados del 1 al 6 y están marcados con anillos en el mango del instrumento, en el cual el número de estos identifica el tamaño específico de la fresa, que corresponden a los diámetros comprendidos: 1 (#50), 2 (#70), 3 (#90), 4 (#110), 5 (#130), 6 (#150). (Fig. 2).

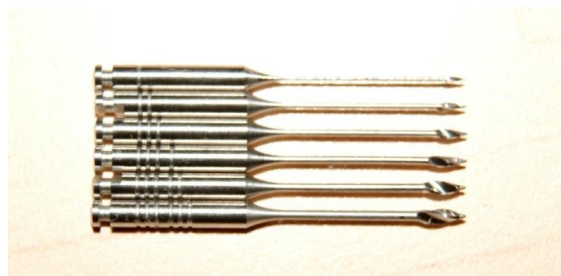


Fig. 2.- Fresas Gates-Glidden

Uno de los beneficios de estos instrumentos es su bajo costo y su alto poder de corte en conjunto con la simplicidad de su uso lo que los hacen ser un sistema ampliamente utilizado para la preparación del acceso en línea recta en el tercio cervical y medio de los conductos radiculares.⁵⁶

Incluso después de estar presentes en el mercado por varios años, su secuencia de operación no ha sido del todo bien establecida en la literatura, recayendo en la mayoría de los casos, en el sentido común del operador.

Isom y Cols.⁵⁷ evaluaron el espesor de dentina residual de la pared distal de conductos mesiales de primeros y segundos molares inferiores producido por las fresas Gates Glidden utilizando dos formas de manipulación, una con la técnica anticurvatura y la otra con movimientos de arriba a abajo antes de la curvatura en la zona recta del conducto, con una secuencia No. 2 y 3 para ambos grupos. Reportaron que la técnica anticurvatura produce un mayor desgaste en el tercio cervical justo a 2 mm por debajo de la furca, dejando un espesor residual de 0.55 mm de un espesor inicial de 1.17 mm, por lo que concluyen recomendando movimientos con estos instrumentos de arriba hacia abajo en la zona recta del conducto en donde observaron un espesor final de 0.70 mm de un original de 1.08 mm.

Wu y Cols.⁵⁸ también reportaron que a dos milímetros por debajo de la bifurcación las fresas Gates Glidden con una secuencia 1 y 3 y con una presión anticurvatura dejan en promedio un espesor residual de dentina de 0.42 ± 0.18 mm de un espesor inicial de 0.89 ± 0.25 mm. Los autores consideran que el desgaste que producen las fresas Gates Glidden cuando se utilizan con un movimiento anticurvatura sobre la pared distal o zona de peligro de los conductos mesiales de molares inferiores, es debido al diseño y flexibilidad de éstas ya que una presión sobre la pared mesial puede desviar la cabeza de la fresa hacia la pared distal del conducto radicular, produciendo un desgaste mayor sobre esta zona.

Por otra parte Coutinho y Cols.⁵⁹ evaluaron el espesor residual de dentina-cemento usando fresas Gates Glidden utilizando dos secuencias para su preparación, una seriada donde se manipulan los instrumentos de menor a mayor calibre (No. 2, 3, 4) y otra secuencia donde se operan de mayor a menor calibre, (No. 4, 3, 2) la que además nombraron corono-apical. Por otro lado también observaron cuál de las dos secuencias fue la más segura para la preparación de la zona cervical. Los autores utilizaron 36 primeros molares inferiores extraídos donde realizaron un corte transversal a 3mm de la bifurcación y posteriormente seleccionaron el conducto mesiovestibular para el grupo corono-apical en el que observaron inicialmente un espesor promedio de dentina hacia la bifurcación de 0.83 ± 0.17 mm, mientras que para el grupo de secuencia seriada utilizaron el conducto mesiolingual con un espesor promedio inicial de 0.80 ± 0.15 mm. Después de la instrumentación, los valores promedio fueron para el grupo corono-apical 0.66 ± 0.19 mm y para el grupo de secuencia seriada 0.39 ± 0.13 mm, además en este último grupo observaron que dos de las 36 muestras sufrieron perforación presentándose ésta con el grupo seriado de Gates Glidden 2, 3, y 4. Los autores concluyeron que las fresas Gates Glidden cuando se utilizan en una secuencia corono-apical ofrecen al operador un mayor margen de seguridad, debido a que las fresas de mayor calibre tienden a penetrar con menor profundidad al interior del conducto radicular evitando así un desgaste innecesario sobre las paredes de dentina.

b) LA Axxess: estos instrumentos fueron desarrollados e introducidos al mercado por la compañía comercial (SybronEndo® Orange, CA, EE.UU.) Y fueron creados para eliminar las interferencias axiales en la porción coronal del diente facilitando así la preparación del tercio cervical del conducto radicular. La serie LA Axxess consta de 3 instrumentos de acero inoxidable revestidos con una capa protectora de nitrito de titanio, con una longitud de 19 mm y disponibles en tres tamaños .20, .35 y .45 (Fig. 3.).

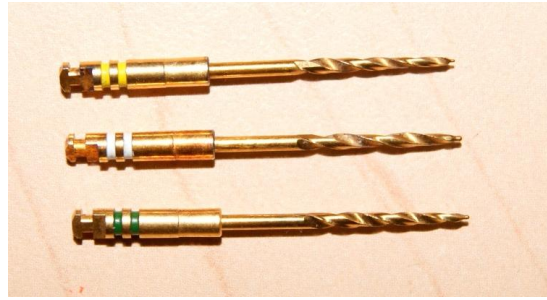


Fig.3.- Instrumentos LA AXCESS.

Su diseño cuenta con una punta sin filo, que ayuda a evitar la perforación del conducto, proporcionándole una guía al instrumento en su avance, además de que su parte activa presenta una conicidad de 0.06.⁶⁰

Algunos estudios han reportado que la preparación del tercio cervical radicular con los instrumentos LA Axxess, favorece el establecimiento con mayor precisión del diámetro anatómico inicial en la longitud de trabajo.⁵¹⁻⁵³

Duarte y Cols.⁶⁰ evaluaron el espesor de la dentina residual de los conductos mesiales de molares inferiores empleando tres sistemas para la preparación del tercio cervical: fresas Gates Glidden (No. 2 y 3), LA Axxess (.20 y .35) y abridores Orifice Shaper (30. 06 y 40. 06). Los molares fueron seccionados a 3 mm por debajo de la unión cemento esmalte, la porción cervical fue examinada antes y después de la preparación cervical observando que el espesor promedio de dentina de la pared distal mostraba inicialmente 1.12 ± 0.26 mm, 1.40 ± 0.40 mm y 1.41 ± 0.42 mm para los grupos Gates Glidden, LA Axxess y Orifice Shaper respectivamente. Posterior a la instrumentación el espesor promedio de la pared distal se redujo a 0.83 ± 0.29 , 1.04 ± 0.33 mm y 1.11 ± 0.51 mm para los grupos de las fresas Gates Glidden, LA Axxess y Orifice Shaper respectivamente.

c) **Sistema ProTaper** : este sistema fue introducido por la casa comercial Dentsply Maillefer® incorporando dos nuevos conceptos:

- Una sección transversal, triangular convexa de aristas redondas con un ángulo de corte ligeramente positivo, lo que le proporciona una mayor flexibilidad y eficacia en el corte.
- Presenta varias conicidades en un solo instrumento. Este concepto minimiza el número de instrumentos disminuyendo la carga torsional por la subsecuente reducción de la fricción en la superficie. Aumenta la eficacia del corte, reduciendo así el tiempo de preparación y la incidencia de errores en el procedimiento. A todo esto podemos atribuir su eficacia de corte de un modo seguro, gracias al equilibrio entre la inclinación de sus estrías y el ángulo helicoidal constante, además de una punta guía de seguridad.⁶¹

El sistema ProTaper incluye seis instrumentos de los cuales 3 son denominados Shaping files o instrumentos para modelado o configuración y otros 3 llamados Finishing files o instrumentos para acabado o terminación. (Fig. 4).



Fig. 4. Instrumentos ProTaper.

Los instrumentos de configuración sirven para preparar al principio los dos tercios coronales del conducto utilizándose éstos con un movimiento de cepillado o pincelada hacia las paredes del conducto radicular. Se utilizan de la siguiente manera: Shaping files (S1) el cual tiene una conicidad en D0 de 0.17mm y presenta 12 conicidades diferentes de 2% a 11% entre D1 y D14, además de estar diseñada para preparar el tercio coronal y medio del conducto.

Posteriormente es utilizado el instrumento Shaping files (SX) que posee una conicidad en su parte activa en D0 de 0.19mm y tiene 9 conicidades que se incrementan en 3.5% a 19% entre D1 y D9, además de una conicidad fija del 2% entre D10 y D14. Este instrumento da una forma óptima a los conductos cortos y separa los conductos de las concavidades radiculares externas dándoles más forma.

Consecutivamente se utiliza el instrumento Shaping files (S2) que posee una conicidad en D0 de 0.20mm y 9 conicidades diferentes desde el 4% al 11.5% entre D4 y D14. Este instrumento alarga y prepara el tercio medio al igual que el S1, aumentando progresivamente el tercio apical. ProTaper (S2) presentan una longitud de 14mm de hojas cortantes.

Los instrumentos de acabado consisten en tres limas: Finishing files (F1) con una conicidad en D1 de 0.20mm, (F2) con una conicidad en D1 de 0.25mm y por ultimo (F3) con una conicidad en D1 de 0.30mm. Estos instrumentos se utilizan para preparar el tercio apical del conducto radicular utilizando un movimiento de picoteo hasta alcanzar la longitud de trabajo. Estas limas poseen conicidades fijas entre D1 y D3 de 7%, 8% y 9% respectivamente, Cada instrumento tiene un porcentaje decreciente, esta característica de diseño sirve para mejorar la flexibilidad y evita sobre instrumentar los tercios coronales del conducto radicular.^{61, 62}

Guelzow y Cols.⁵⁵ compararon seis técnicas de instrumentación rotatorias de níquel-titanio y de instrumentación manual en la preparación de conductos radiculares curvos de molares inferiores extraídos, reportando que todas las técnicas de instrumentación rotatoria mantuvieron la curvatura del conducto. Sin embargo, el sistema ProTaper fue el que menos irregularidades presentó en la observación de cortes transversales en los tercios apical, medio y cervical.

Bergmans y Cols.³⁶ evaluaron dos técnicas de instrumentación rotatoria de níquel-titanio, una con un eje de conicidad progresiva ProTaper y otra con conicidad constante K3 en conductos curvos de molares inferiores. Observando que, ambos sistemas de instrumentación mantuvieron el eje del conducto con un mínimo de trasportación, no obstante que los dos sistemas eliminaron más cantidad de dentina hacia la zona de la furca en el tercio coronal en especial el grupo de ProTaper.

Mahran y AboEl-Fotoub.⁶³ compararon el efecto de tres técnicas de instrumentación que se utilizan para la preparación de conductos radiculares curvos en la remoción de dentina en el tercio cervical del conducto mesiovestibular de primeros molares inferiores, utilizando la tomografía computarizada para su observación. Reportaron que el sistema de instrumentación ProTaper con un F3 en apical es más seguro en la remoción de dentina de la pared distal o furcal ya que solo removió el 19% de la dentina de esa pared, mientras que Hero Shaper remueve un 30.6% y la preparación con Gates Glidden y Flex-R calibre 30 en tercio apical la remoción de dentina en la pared de peligro se incrementa a 42%.

Carvalho y Cols.⁶⁴ evaluaron la dentina restante de la pared distal de los conductos mesiovestibulares de molares inferiores después de la preparación coronal con fresas Gates Glidden y el sistema ProTaper. Mediante cortes transversales a 2 mm de la bifurcación los cuales fueron

observados bajo el microscopio estereoscópico, reportando que la media del espesor radicular remanente del grupo Gates Glidden con una secuencia 4,3, 2 y una amplitud calibre 15 o 20 en apical fue de 0.561 mm de un espesor inicial de 0.857 mm, mientras que para el grupo de ProTaper con una secuencia de instrumentación SX, SI, S2 y en apical F1 o F2 fue de 0.486 mm con una media inicial del espesor radicular en la pared distal de 0.858 mm.

d) Sistema K3: el sistema de limas rotatorias de níquel-titanio K3 fue introducido en Norteamérica en el año 2002 (SybronEndo, Orange, Ca). A diferencia de la mayoría de los instrumentos rotatorios que presentan un ángulo de corte negativo, el sistema K3 presenta superficies de corte positivo con ángulos diferentes, haciendo de éste un sistema que muestra una mayor capacidad de corte, además de presentar una amplia superficie radial, confiriendo al instrumento mayor masa en la región de más estrés en contacto con la dentina, optimizando la resistencia y poder de corte. Detrás de ésta masa de superficie radial se encuentra una amplia área de escape, ampliando la ranura para acumulación de limaduras de dentina. La manera de identificar los instrumentos es por medio de diferentes colores en código. (Fig.5).

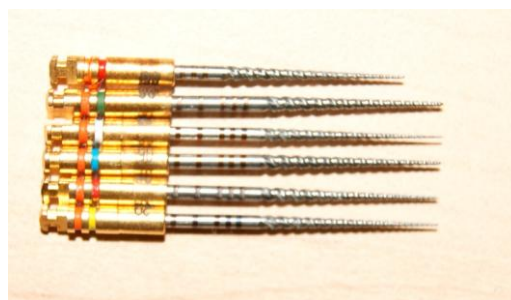


Fig. 5. Instrumentos K3.

Estos instrumentos presentan diferentes conicidades constantes de .02, .04, .06, .08, .10 y .12 además cuenta con diferentes calibres ISO que van del #15 al #60, lo que permite manejar diferentes anatomías radiculares. Los instrumentos tienen dos bandas de colores en el mango,

la banda superior indica la conicidad y la banda inferior indica el tamaño ISO. La conicidad .04 es verde, la .06 es naranja, la .08 es azul y la .10 es rosa. De acuerdo a la técnica utilizada, a través de la combinación de conicidades se consiguen preparaciones más amplias, facilitando la llegada a apical del irrigante y su obturación con menos riesgo a la fractura.⁶⁵

El sistema K3 se comercializa en varias presentaciones como el Procedure Pack, el cual cuenta con calibres apicales desde el .20 al .40 con conicidad .04 o .06. Técnica de instrumentación:

- Se realiza la apertura asegurándose de que exista un acceso en línea recta hacia los conductos.
- Inserte una lima K # 10 en cada conducto verificando si existen obstáculos a lo largo del conducto radicular, haciendo patencia y tomando una longitud tentativa de trabajo.
- Se realiza la ampliación del 1/3 cervical con los ensanchadores cervicales .10 # 25 (anillo rosa/anillo rojo). Que penetre algunos milímetros. Posteriormente se ingrese el ensanchador cervical .08 # 25 (anillo azul/anillo rojo). Con una velocidad de 350 RPM y con un movimiento suave de entrada y salida.
- Irrigación constante y lubricación con sustancia quelante.
- Establecimiento de la longitud de trabajo.
- Comience la instrumentación del 1/3 medio y apical:
 - 35/.06 (naranja/verde).
 - 30/.04 (verde/azul)
 - 25/.06 (naranja/rojo)
 - 20/.04 (verde/amarillo)

Schäfer y Schlingemann⁶⁶ realizaron un estudio en conductos curvos de molares superiores e inferiores utilizando el sistema rotatorio K3 y una técnica manual con limas Flexo File con una preparación apical de 35 .04 y 35 .02 respectivamente. Reportaron que el sistema K3 mantiene mejor la curvatura que la instrumentación manual con limas Flexo File.

González y Cols.⁶⁷ evaluaron mediante imágenes digitalizadas los cambios en el área transversal de los tercios cervical, medio y apical en los conductos curvos de las raíces mesiales de molares inferiores, después de la instrumentación con tres sistemas: Profile, Hero 642 y K3, demostrando que los tres sistemas permiten la instrumentación efectiva de los conductos con curvaturas de 25° o más, además observaron que los sistemas de instrumentación K3 y Profile eliminan menor cantidad de dentina en las tres secciones transversales en comparación con Hero 642.

Sanfelice y Cols.⁶⁸ evaluaron la remoción dentinaria de la pared distal a 2 mm de la bifurcación de los conductos mesiales de molares inferiores, producida por cuatro instrumentos utilizados para la preparación del tercio cervical mediante tomografía computarizada. Reportaron que el porcentaje mayor de reducción dentinaria fue para el grupo ProTaper con 11.1% seguido de LA Axxess 10.61%, K3 con el 10.25% y de un 8.79% para el grupo de Gates Glidden. Los estudios mencionados enfatizan la necesidad de cuidar la preparación del tercio cervical durante la obtención del acceso en línea recta.

C) MÉTODOS DE ESTUDIO PARA EVALUAR LA PREPARACIÓN BIOMECÁNICA EN LA ZONA DE PELIGRO.

La metodología actual para la evaluación de la preparación biomecánica en la zona de peligro se enfoca más en la observación y cuantificación del espesor de dicha zona, ya sea mediante imágenes radiográficas ⁶⁹ ó con la obtención de cortes transversales, obtenidas con algún método de mufla y resina ^{45,59} o mediante el uso de sistemas más sofisticados como es la micro-tomografía computarizada. ^{63, 68,70}

1. CORTES TRANSVERSALES.

Con la realización de cortes transversales es posible evaluar la anatomía radicular tanto en la forma, diámetro y área, así como número de conductos e istmos ^{10, 23} además, de poder comparar o evaluar la capacidad de centrado, limpieza y remoción dentinaria con las diferentes técnicas de instrumentación, ⁷¹ así como el espesor de la zona de peligro y el riesgo de perforación. ^{45, 59}

Con estos cortes la pre-dentina remanente, el tejido pulpar y las partículas presentes se pueden teñir de tal modo que el resto de la cantidad de tejido y partículas se pueden medir cuantitativamente, sin embargo gran cantidad de partículas que se encuentran dentro de la luz del conducto se pueden perder durante la realización del corte así como también puede ocurrir contaminación del conducto con el polvo producido por la sierra durante el corte. ⁴

2. CUBO ENDODÓNTICO.

Bramante y Cols.⁷² en 1987, desarrollaron un método de evaluación con cortes transversales al embeber dientes extraídos en resina con la ayuda de una mufla de yeso. Muchas modificaciones de este sistema se han realizado con el objetivo de proporcionar un método económico y eficaz para el manejo de la muestra; el diseño de estas muflas es muy variable, tanto en su forma como en la manera en la que son re-ensambladas, dependiendo de la conveniencia del investigador y sirven para la realización de cortes transversales de las muestras a estudiar.^{59, 73,74}

Kuttler y Cols.⁷⁵ Presentaron un modelo llamado cubo endodóntico el cual es una modificación de la técnica de Bramante,⁷² consta de un sistema de mufla desarmable con la que se pueden montar dientes, los cuales han sido sumergidos en resina. Las partes que conforman este sistema cuentan con indentaciones y rieles los cuales sirven como guía en el re ensamblado del cubo con el diente en su posición original de montaje. Este sistema permite la obtención de cubos de resina, los cuales se pueden procesar con cortes horizontales, obteniendo una o varias secciones transversales de la muestra, permitiendo un re-ensamblaje preciso y asegurando así una adaptación rígida de las secciones durante la instrumentación. También permite realizar comparaciones de la muestras antes y después de realizar la instrumentación, proporcionando un excelente método para su evaluación. El número de secciones obtenibles y la información que cada una provee mejora significativamente el entendimiento de la preparación y la anatomía en cualquier localización dentro del conducto radicular.

3. MICROTOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA.

Constituye el método más moderno para la realización de diversos estudios en el campo de la odontología; con este método se pueden obtener imágenes de vistas transversales de cualquier parte de la longitud del diente, antes y después de ser instrumentados, sin la necesidad de realizar cortes horizontales o el montaje de la muestra en algún sistema de mufla, evitando así los inconvenientes que éstos ocasionan en el estudio, tales como la formación de escalones, la pérdida de estructura dental, la contaminación del conducto ó el incorrecto ensamblaje de la muestra después de los cortes horizontales, facilitando de ésta manera la instrumentación e irrigación de los conductos de las muestras a estudiar. ^{36,70}

Ésta técnica no destructiva permite la medición pre y pos instrumentación del volumen, área del conducto así como también la transportación, o el espesor dentinario. ^{36, 63, 68, 70,76} Otra de las ventajas de esta técnica son la reproducción tridimensional del sistema de conductos radicular, la posibilidad de repetir las mediciones y la ayuda de la computadora en las mediciones de las diferencias entre dos imágenes, además permite la evaluación de la extensión de la superficie del conducto sin instrumentar en tres dimensiones. ⁷⁶

Desafortunadamente es un método de muy alto costo y se requiere de un tiempo considerable en el procesamiento de cada una de las muestras para la obtención de las imágenes, lo que en algunas ocasiones limita el número de la muestra a estudiar. Otro de los posibles inconvenientes es que no ofrece mucha nitidez en las imágenes que se obtienen con este método, lo que dificulta el procesamiento de las imágenes.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se han propuesto varias técnicas para mejorar el acceso al conducto radicular y así poder limpiar y desinfectar de una mejor manera el tercio medio y el tercio apical. Estas técnicas consisten en la eliminación de las interferencias como son la presencia de sobresalientes de dentina y la entrada curva hacia el conducto, creando así un acceso recto. En algunas ocasiones al realizar el acceso en línea recta, ya sea utilizando instrumentos rotatorios o manuales, se pueden producir accidentes como la perforación o adelgazamiento excesivo de la zona de peligro en la furca, lo que ocasionará la aparición de lesiones en dicha zona comprometiendo el pronóstico del tratamiento. Esta situación puede depender de las características de los instrumentos, donde aquellos que presenten una mayor masa metálica pudieran influir en un daño al sitio de peligro.

Se ha observado que la utilización de los instrumentos rotatorios comúnmente empleados son los instrumentos Gates Glidden, K3, LA Axxes y ProTaper que ayudan a mejorar el acceso al desgastar las interferencias existentes en la entrada al conducto radicular, creando un acceso recto al tercio medio mejorando así la instrumentación, irrigación, limpieza y obturación del conducto.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Será diferente la eficacia y seguridad de los instrumentos rotatorios ProTaper, K3, Gates Glidden y LA Axxess en la preparación de la zona de peligro en molares inferiores?

III. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO

HIPÓTESIS

La eficacia y seguridad de los instrumentos rotatorios ProTaper, K3, Gates Glidden y LA Axxess en la preparación de la zona de peligro en molares inferiores es diferente.

HIPÓTESIS NULA

La eficacia y seguridad de los instrumentos rotatorios ProTaper, K3, Gates Glidden y LA Axxess en la preparación de la zona de peligro en molares inferiores es igual.

IV. JUSTIFICACIÓN

En todos los casos de molares es un requisito la obtención del acceso en línea recta, ello plantea la necesidad de utilizar instrumentos rotatorios que desafortunadamente pueden reducir o incluso comunicar la zona de peligro con el periodonto. Dado que este sitio presenta medidas con espesores radiculares en ocasiones menores a un milímetro, es necesario cuidar la fase operatoria del acceso radicular, sin embargo la utilización de los instrumentos rotatorios facilita el cumplimiento de los objetivos del tratamiento endodóntico. La variabilidad anatómica de la zona de peligro puede conducir a accidentes operatorios como son el caso de perforaciones o adelgazamiento excesivo en las paredes del conducto. Hoy en día son escasos los estudios que comparan la eficacia y seguridad de los instrumentos más comúnmente utilizados como LA Axxess, K3, Gates Glidden y ProTaper en diferentes sitios de la zona de peligro. Algunos estudios mencionan los beneficios del uso de estos instrumentos pero la información es limitada en cuanto a su utilización en forma segura. El presente estudio nos ayudará a identificar cuál de estos instrumentos rotatorios produce un menor desgaste en la zona de peligro en una forma controlada, ayudándonos con ello en la generación de conocimiento sobre el manejo más seguro de la zona de peligro sin olvidar cumplir con el objetivo de acceso en línea recta, requisito indispensable para la correcta instrumentación de los conductos radiculares.

V. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

OBJETIVO GENERAL

Comparar la eficacia y seguridad de los instrumentos rotatorios ProTaper, K3, Gates Glidden y LA Axxess en la zona de peligro de primeras molares inferiores.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Medir el espesor radicular de la zona de peligro en conductos mesio vestibulares y mesiolinguales de molares inferiores a 1 y 3 mm por debajo de la furca.
2. Comparar el espesor radicular de la zona de peligro en conductos mesio vestibulares y mesiolinguales de molares inferiores a 1 y 3 mm por debajo de la furca.
3. Medir y comparar el espesor radicular residual dejado por los instrumentos rotatorios ProTaper, K3, Gates Glidden y LA Axxess a 1 y 3 mm por debajo de la furca en la zona de peligro.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

A) DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio experimental in vitro controlado, aleatorio y comparativo del desgaste de la zona de peligro causado por los abridores de conducto ProTaper, Gates Glidden, LA Axxess y K3 en conductos radiculares mesiales de primeros molares inferiores.

1. POBLACIÓN DEL ESTUDIO

Dientes obtenidos por razones protésicas o periodontales en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas en el periodo de agosto-diciembre del 2011.

B) MUESTRA

Primeros molares inferiores que presentan los criterios de inclusión del presente estudio.

1. TIPO DE MUESTREO.

No Probabilístico por conveniencia.

2. TAMAÑO DE LA MUESTRA.

Se analizaron 60 raíces mesiales de primeros molares inferiores sumando 120 conductos radiculares con zona de peligro asignados aleatoriamente a 4 grupos.

3. DEFINICIÓN DE TRATAMIENTOS: Grupos de estudio.

- a) Treinta conductos radiculares preparados coronalmente con ProTaper.
- b) Treinta conductos radiculares preparados coronalmente con Gates Glidden.
- c) Treinta conductos radiculares preparados coronalmente con LA Axxess.
- d) Treinta conductos radiculares preparados coronalmente con K3.

4. CRITERIOS DE SELECCIÓN

a) Criterios de inclusión:

- Primeros molares inferiores extraídos por razones protésicas o periodontales.
- Cámaras pulpares visibles radiográficamente
- Conductos radiculares visibles radiográficamente
- Conductos radiculares patentables

b) Criterios de Exclusión:

- Conductos calcificados
- Cámara pulpar calcificada

- Dientes con previo tratamiento de conductos.

c) Criterios de Eliminación:

- Fractura de instrumentos durante la preparación del conducto radicular
- Contaminación del conducto radicular con resina
- Fractura del cubo de resina con el diente montado

C) DEFINICIÓN DE VARIABLES

1. INDEPENDIENTES :

a) Espesor radicular:

- Definición conceptual: Grosor de la dentina y cemento en la zona de peligro
- Definición operacional: Espesor: Es la distancia menor que se encuentra entre la pared interna del conducto y la pared externa de la raíz medida en un corte transversal a 1 y 3 mm por debajo de furca.
- Escala de medición: Numérica.
- Categoría de la escala: Milímetros

b) Abridores de conducto:

- Definición conceptual: Instrumentos rotatorios que se utilizan para ampliar la entrada del conducto radicular en el tercio cervical y medio, favoreciendo la instrumentación, la irrigación y la obturación del conducto.
- Definición operacional: Instrumentos rotatorios que desgastan la dentina de las paredes del conducto en el tercio cervical y medio de la raíz y que sirven para crear un acceso en línea recta.
- Escala de medición: nominal

- Categoría de la escala: ProTaper S1, Sx y S2 (grupo 1); Gates Glidden 3-1(grupo 2); LA Axxes 2 y 1 (grupo 3); K3 #25 .10 y .08 (grupo 4).

2. DEPENDIENTES

a) Espesor residual:

- Definición conceptual: Grosor de la dentina y cemento en la zona de peligro que queda (que resulta, que permanece, que deja) después del desgaste de las paredes del conducto.
- Definición operacional: Es la distancia remanente que se encuentra entre la pared interna del conducto y la pared externa de la raíz medida en un corte transversal a 1 y 3 mm por debajo de la furca después de utilizar los abridores de conducto.
- Escala de medición: Nominal
- Categoría de la escala: Milímetros

D) LÍMITES DEL ESTUDIO

El estudio no considero la edad de los pacientes, siendo esta circunstancia un evento que se relaciona directamente con la amplitud del conducto con la preparación coronal. Además, existe una variabilidad inherente a encontrar diferentes espesores radiculares en la zona de peligro dada la diversa anatomía existente en relación a la zona de peligro, la que se incrementa si consideramos que la causa de extracción de la muestra investigada fueron razones periodontales o protésicas, pudiendo la muestra extraída por razones periodontales ser ligeramente diferente a la muestra extraída por razones protésicas dados los cambios anatómicos que pudieran existir en las molares con enfermedad periodontal.

Por otro lado, a pesar de utilizar un disco sumamente delgado para realizar los cortes transversales, este elimina .30 mm de la muestra, siendo esta situación

un espacio no valorable y que ocasionó en algunas pruebas, un pequeño “brinco” del instrumento al retomar el conducto radicular cuando la muestra re ensamblada se utilizó para la preparación de los diferentes grupos de estudio.

E) PROCEDIMIENTO

Se incluyeron al estudio 60 raíces mesiales de primeras molares inferiores con ápice maduro y curvatura radicular moderada según criterios de Schneider²⁶(15-35°) extraídos por razones periodontales o protésicas. Los dientes una vez limpios y desinfectados con NaOCl al 5.25 % se almacenaron en formalina (Hycel 1:10). El acceso (Fig.6) se realizó de manera convencional con una fresa de carburo # 4 (SS White[®]), localizando las entradas de los conductos mesiales que se patentizaron con una lima K #10 (K- Files[®]Dentsply, Maillefer) hasta el ápice.



Fig. 6.- Realización del acceso coronal.

Las raíces fueron sumergidas en azul de metileno (Hycel .05%) (Fig.7.) durante 15 segundos y los ápices sellados con cera rosa toda estación para evitar contaminación (Fig. 8).



Fig.7.- Entintado de la raíz con azul de metileno.



Fig.8.- Protección de la raíz.

Con un plumón indeleble y una sonda periodontal Williams (Hu- Friedy) se marcó transversalmente la raíz a 1 y 3 mm de la furca (Fig.9).

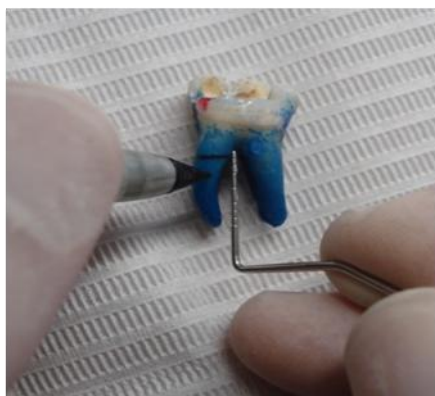


Fig. 9.- Guías para corte dibujada en la raíz a 1 y 3 mm de furca.

Se utilizó el sistema del cubo endodóntico de Kuttler y Cols.⁷⁵ en la evaluación del tercio cervical preparado con los diferentes instrumentos de estudio. Al cubo se le colocaron dos tipos de separador, primero cera desmoldante CP-500 poliéster y enseguida una segunda capa de aceite de silicona Polisil, una vez colocadas se tomaron con una jeringa hipodérmica 15 ml de resina cristal preparada (poliformas) y con otra jeringa 0.3 ml de catalizador K-2000 (proporciones indicadas por el fabricante), estas sustancias se colocaron en una taza medidora de vidrio y se mezclaron con una espátula No. 7 durante 2

minutos, posteriormente se vació la resina cristal en la mufla rectangular (cubo endodóntico previamente armado) en pequeñas porciones, con periodos de vibración entre cada ración; una vez que la resina llegó al límite del cubo se colocó el espécimen a través de un cuadro de cera rosa, éste tenía las dimensiones de la parte superior de la mufla sirviendo como barrera, con la finalidad de que al ser sumergido el diente quedara libre la porción coronal y evitar que la resina escurriera dentro del acceso, obstruyendo la entrada a los conductos (Fig.10).

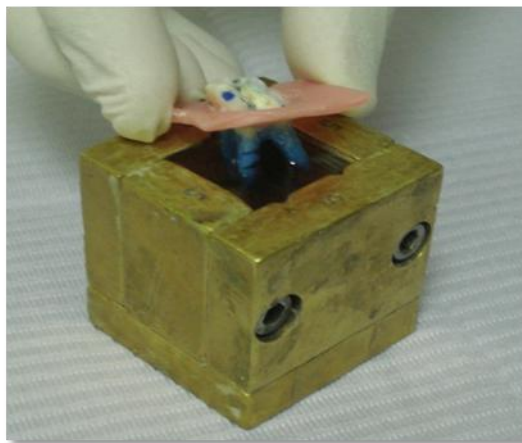


Fig.10.- Montaje del diente en el cubo endodóntico con la ayuda de cera rosa.

Posteriormente se dejó polimerizar y después de cuatro horas de completado el proceso se desmontó la mufla para extraer el cubo de resina, subsiguientemente los cubos fueron marcados con un plumón negro a la altura de las marcas señaladas con el objetivo de facilitar el corte a 1 y 3 mm de la furca. Posteriormente los cubos fueron cortados transversalmente con un disco diamantado de 4"x0.012" (BUEHLER®, Diamond Wafering Blade) siguiendo las marcas señaladas, en una máquina recortadora (Isomet 5000 Buehler®). (Fig.11 y 12).

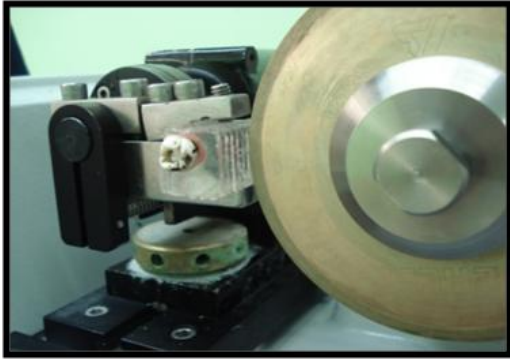


Fig.11. Corte transversal de molar insertado en cubo endodóntico.



Fig. 12. Cortes transversales a 1 y 3mm por debajo de furca.

Cada sección fue codificada de acuerdo al número de diente y nivel del corte, también se colocaron puntos de referencia en la resina con plumón indeleble para posteriormente identificar caras y tipo de conducto una vez que los conductos fueron preparados (puntos rojos conductos vestibulares, azul para linguales y negro en la zona distal del corte) (Fig.13).

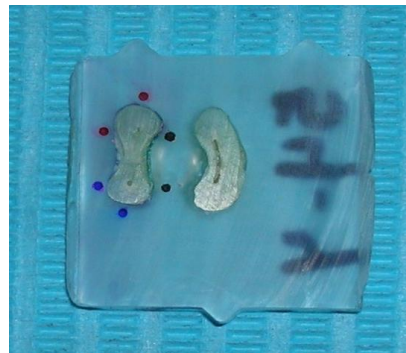


Fig.13. Sección transversal de raíz mesial.

Los cortes fueron estudiados con microscopía estereoscópica a 20X (Leica EZ4D) y las imágenes fueron analizadas con el programa ImageTool[®] (v. 3.0, UTSCSA) recopilando las medidas del espesor radicular dentinario (Anexo 1), las cuales aparecen en la parte inferior derecha de la pantalla, en la zona de peligro definida transversalmente como la distancia menor de la pared interna del

conducho a la superficie radicular externa. (Fig.14). La distancia de esta zona se midió utilizando la herramienta del programa Image Tool denominada “calibración de mediciones espaciales” de donde se tomo la referencia de 1 mm de la imagen dada por el microscopio. Una vez calibrado el programa se empleó una segunda herramienta llamada “distancia” en donde se colocó el cursor en la superficie interna del conducto más próxima a la pared distal radicular midiendo la menor distancia de la pared interna del conducto a la superficie radicular externa. (Fig. 15).

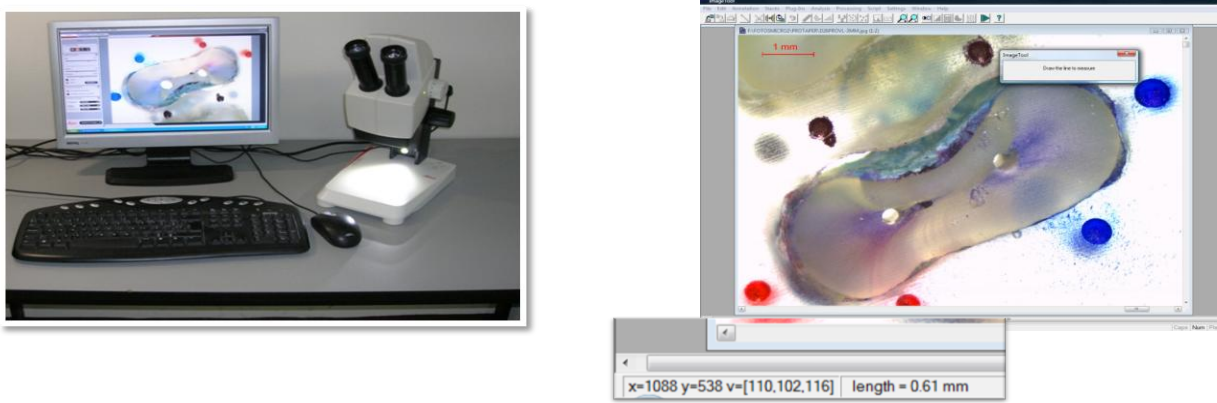


Fig.14.- Análisis de cortes transversales con el programa ImageTool.

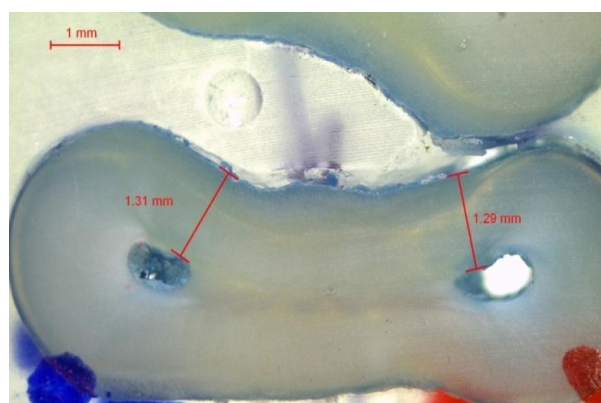


Fig. 15. Medición de la distancia del espesor de la zona de peligro.

Las raíces se asignaron aleatoriamente a los siguientes grupos de estudio:

- Grupo 1.- Instrumentos ProTaper® (Dentsply/Maillefer) utilizando S1, SX y S2 a 300 rpm conforme a las indicaciones del fabricante. (Fig16).



Fig.16.- Instrumentos S1, SX y S2

- Grupo 2.- Instrumentos Gates Glidden (Mani) empleando los números 3, 2, 1 a 800 rpm hasta encontrar resistencia. (Fig.17).



Fig.17.- Instrumentos Gates-Glidden 3, 2, 1

- Grupo 3.- Instrumentos LA Axxess (SybronEndo, Dental Anaheim, CA, USA) utilizando los números 2 y 1 a 4000 rpm. (Fig.18).



Fig.18.- Instrumentos LA Axxess 1 y 2.

- Grupo 4.- Instrumentos K3 (SybronendoEndo, Dental Anaheim, CA, USA) se manejaron instrumentos K3 (#25 .10 y .08) a 300 rpm conforme a las indicaciones del fabricante. (Fig.19).



Fig.19.- Instrumentos K3 .10 y .08.

Todos los instrumentos se introdujeron a resistencia dentro del conducto radicular usando un motor eléctrico (Aséptico, INC, Mod. AEU-25) (Fig. 20) utilizando EDTA 17% (Ultradent Products, INC) e irrigación con NaOCl al 5.25% entre cada instrumento.



Fig.20.- Fotografía del motor eléctrico utilizado en este estudio.

Las mediciones post operatorias se llevaron a cabo de igual manera a las realizadas en la medición pre operatoria. Finalizada la obtención de los datos estos se sometieron a tratamiento estadístico.

Una vez medido el espesor radicular residual asignado preoperatoriamente de manera aleatoria a los diferentes grupos de estudio, se logró comprobar la igualdad de este espesor radicular ($p=.29$) con la prueba ANOVA.

F) PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez comprobada la distribución normal de datos y varianzas iguales en cada grupo (Prueba de Kolgomorov-Smirnov y Levene en PASW 18.0 de SPSS Inc.) se aplicó la prueba ANOVA de dos vías para la comprobación de igualdad en el espesor radicular en cada corte transversal después de la asignación aleatoria y posterior a la preparación coronal con los diferentes grupos de estudio con la prueba de Scheffe. También se utilizó la prueba t de student pareada para comparar la remoción previa y posterior al manejo de los diferentes grupos de estudio (alfa .05).

VII. RESULTADOS

Se analizaron 60 raíces mesiales de molares inferiores sumando un total de 120 conductos radiculares y lugares de la zona de peligro. Se eliminaron del estudio 3 conductos radiculares debido a que presentaron contaminación con resina, quedando al final 117 conductos por cada corte transversal. El espesor radicular de los conductos vestibular y lingual fue similar en los diferentes niveles de la zona de peligro ($p>.05$). En la tabla 3 se resume la información de los sitios de peligro analizados.

Tabla 3.- Estadísticos descriptivos en mm en diferentes lugares de la zona de peligro de conductos radiculares de molares inferiores.

Corte	Conducto (n)	Media (D.E.)	Min-Max	p
1 mm	Vestibular (58)	1.20 (.25)	.48-1.76	.78
	Lingual (59)	1.21 (.23)	.80-1.80	
3 mm	Vestibular (58)	1.02 (.22)	.60-1.72	.73
	Lingual (59)	1.00 (.23)	.61-1.87	

Sumando los conductos vestibular y lingual se obtuvieron 117 sitios de peligro. Los resultados del estudio a 1 y 3 mm de la furca se muestran en la tabla 4.

Tabla 4.- Valores del espesor radicular observado transversalmente a 1 y 3 milímetros (n=117 por corte).

Corte	Media	D.E.	I.C. 95%	Min-Max
1 mm	1.21	.24	1.17- 1.26	.48- 1.80
3 mm	1.03	.23	.99- 1.07	.60- 1.72

Se identificaron diferencias significativas en el espesor radicular entre los cortes transversales a 1 y 3 mm ($p < .0001$). (Fig. 21).

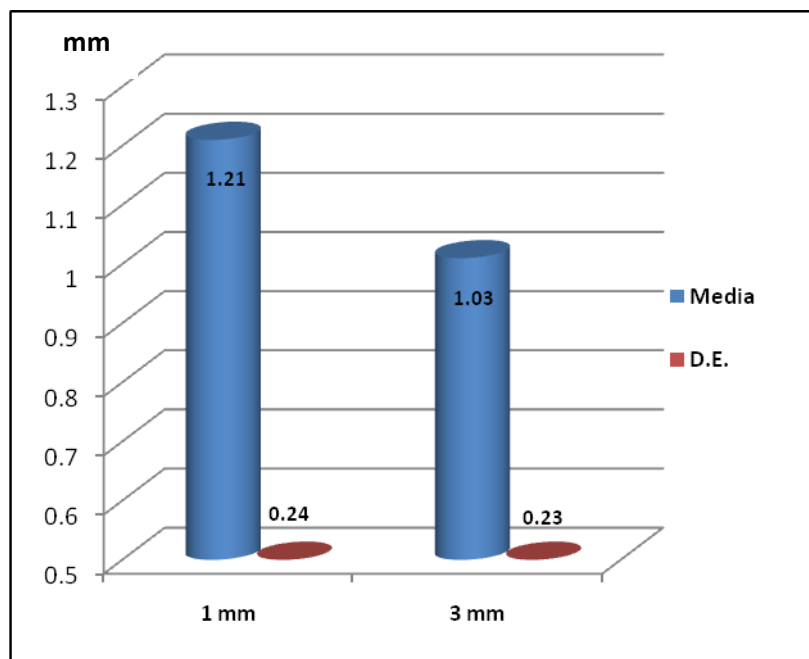


Fig. 21.- Espesor radicular de molares inferiores a 1 y 3 mm de furca. (n=117 por corte transversal).

Los instrumentos rotatorios favorecieron una reducción dentinaria significativa en los dos cortes transversales, en donde ProTaper removió la menor cantidad de dentina en la zona de peligro (Tabla 4).

Tabla 4.- Reducción dentinaria radicular causada por diferentes instrumentos en el conducto radicular.

	Abridores	Dif. de Medias (I.C. 95%)	Valor t	Valor p
1 mm	ProTaper (S1,SX,S2)	.11 (.072-.176)	7.66	<.0001
	K3 .25 (.10, .08)	.18 (.146-.209)	11.6	<.0001
	GG (3,2,1)	.28 (.240-.318)	14.7	<.0001
	LA AXCESS (2,1)	.27 (.237-.372)	9.29	<.0001
3 mm	ProTaper (S1,SX,S2)	.04 (.018-.069)	3.55	.0015
	K3 .25 (.10, .08)	.14 (.075-.208)	4.33	.0002
	GG (3,2,1)	.11 (.081-.191)	3.42	.0022
	LAXCESS (2,1)	.10 (.042-.171)	5.04	<.0001

En la Tabla 5 se observa la comparación del espesor basal entre los diferentes grupos de instrumentos rotatorios asignados aleatoriamente no observando diferencias estadísticamente significativas ($p > .05$); por lo que se efectuaron comparaciones del espesor radicular residual dejado por los diferentes grupos de estudio.

Tabla 5.- Valores pre operatorios del espesor radicular observado en cortes transversales a 1 y 3 mm de furca en dirección apical.

	Resultado	ProTaper S1, SX, S2	K3 .25 .10, .08	GG 3,2,1	LA Axxess 2,1	p
1 mm	Media	1.23	1.18	1.27	1.16	.29
	D.E	.24	.20	.23	.29	
	Min-Max	.86- 1.76	.84- 1.62	.71- 1.73	.48- 1.80	
	IC 95%	1.14- 1.32	1.10- 1.25	1.18- 1.36	1.05-1.29	
3 mm	Media	1.04	1.06	1.01	1.01	.78
	D.E	.30	.23	.15	.20	
	Min-Max	.60- 1.72	.66- 1.62	.70- 1.29	.64- 1.48	
	IC 95%	.93- 1.16	.97- 1.15	.97- 1.08	.93- 1.08	

Los resultados post-operatorios arrojaron diferencias estadísticamente significativas en la preparación del conducto radicular a 1 mm entre ProTaper y LA Axxess (Tabla 6) (Fig. 22).

Tabla 6.- Valores del espesor radicular residual en cortes transversales a 1 y 3 mm de furca.

	Resultado	ProTaper S1, SX, S2	K3 .25 .10, .08	GG 3,2,1	LA Axxess 2,1	p
1 mm	Media D.E. Min-Max IC 95%	1.12 * .22 .78- 1.62 1.04- 1.20	1.0 .21 .70- 1.44 .92- 1.08	.99 .24 .50-1.52 .90- 1.09	.89* .37 .25-1.62 .73- 1.04	.007
3 mm	Media D.E Min-Max IC 95%	1.00 .29 .54- 1.64 .89- 1.10	.92 .20 .53- 1.30 .85- .99	.90 .14 .67- 1.18 .84- .95	.91 .28 .53- 1.60 .79- 1.02	.27

*Valor estadísticamente significativo a un alfa menor a .05. (Prueba de Scheffé)

Las mediciones post operatorias se llevaron a cabo de igual manera a las realizadas en la medición pre operatoria. Finalizada la obtención de los datos estos se sometieron a tratamiento estadístico.

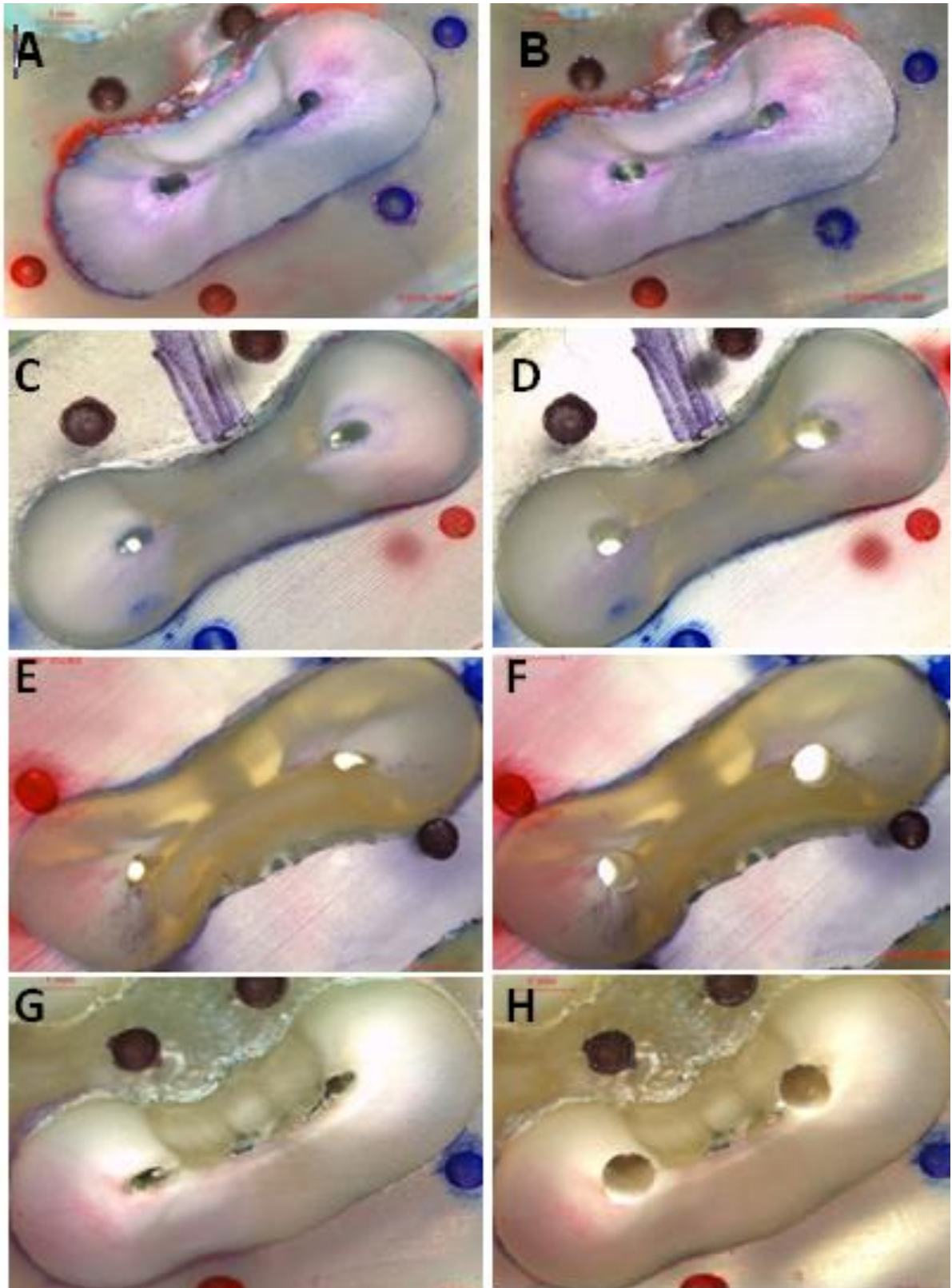


Fig. 22.- Imágenes Pre y post operatorias, A y B ProTaper, C y D K3, E y F Gates-Glidden, G y H LA Axxess.

VIII. DISCUSIÓN

La raíz mesial de los primeros molares inferiores tiene una compleja anatomía y presenta en la pared distal o furcal una concavidad de riesgo durante el operatorio endodóntico. Esta zona se localiza de 1.5 a 4 mm de la bifurcación en dirección apical; clínicamente a esta área se le conoce como zona de peligro y es un área susceptible a perforaciones por adelgazamiento radicular excesivo o errores en la instrumentación.^{39, 40,41, 43, 45}

Gu y Cols.⁴², McCann y Cols.⁴⁴, Kessler y Cols.⁴⁵ han reportado que la pared distal de los conductos mesiales es más delgada que las demás paredes y el espesor disminuye desde coronal hacia apical. En nuestro estudio encontramos que el espesor de la dentina en la pared distal a un milímetro de la bifurcación es mayor que a tres milímetros de la furca debido a que en este lugar se acentúa más la concavidad de la cara distal radicular. Nuestros resultados coinciden con los reportados por Isom y Cols.⁵⁷ quienes reportaron a 2 mm por debajo de furca un espesor dentinario en la zona de peligro de 1.17 mm semejante al 1.21 mm de espesor encontrado en nuestro estudio en cortes a 1mm por debajo de furca. Otro de los resultados importantes del estudio es que el espesor de la pared distal del conducto mesiovestibular y mesiolingual a 1 y 3 mm de la bifurcación es semejante en su distancia siendo en promedio 1.21 y 1.03 mm respectivamente, por su parte Garcia Filho y Cols.⁴⁰ informaron que el espesor distal promedio de los conductos mesiovestibular y mesiolingual es de 0.789 mm a 2mm de la bifurcación por lo que es necesario enfatizar las mismas consideraciones sobre el manejo de la zona de peligro durante la preparación biomecánica en ambos conductos.

El riesgo inherente de daño por perforación o adelgazamiento excesivo de la dentina radicular se pone de manifiesto al encontrar en nuestros resultados que la dentina a 1 mm por debajo de furca es tan delgada como .48 mm. Esta variabilidad del espesor radicular se encuentra presente en todos los casos en que se involucre la furca, y el operador solo cuenta con la radiografía como un método subjetivo de aproximación del espesor dentinario radicular que se puede encontrar en este sitio tal como lo señalan Berutti y Fedon⁴³ quienes

radiográficamente reportan que el menor espesor de la dentina en la zona distal a 1.5 mm por debajo de la bifurcación es de 1.2 mm para el conducto mesiovestibular y de 1.3 mm para el conducto mesiolingual. Como se puede observar estos valores se encuentran por arriba de los encontrados en nuestro estudio, dado que la imagen radiográfica está sujeta a diferentes condiciones de interpretación en donde esta medición radiográfica es dependiente de la angulación.

La llegada de instrumentos rotatorios con variados tipos de conicidad que consigan el acceso en línea recta acentúa el riesgo en la preparación de esta zona.

A) GATES GLIDDEN.

Instrumentos convencionales como Gates Glidden han sido estudiados por Isom y Cols.⁵⁷ quienes reportan un espesor radicular residual a 2 mm por debajo de la furca de .55 mm cuando estos instrumentos se utilizan en secuencia No. 2 y 3. Por nuestra parte los resultados encontrados señalan que Gates Glidden utilizado a resistencia en secuencia No. 3, 2, y 1 dejan una dentina residual en la zona de peligro de .99 y .90 mm en cortes a 1 y 3 mm debajo de furca. Como se puede observar parece que trabajar estos instrumentos a resistencia en la secuencia indicada deja una mayor cantidad de dentina residual comparada a la reportada por Isom y Cols.⁵⁷. Estos resultados encontrados en nuestro estudio también difieren de los señalados por Couthino y Cols.⁵⁹ quienes a 3 mm de la furca reportan un espesor radicular residual de .66 mm utilizando Gates Glidden en secuencia No. 4,3, y 2.

B) LA AXCESS.

Otro de los instrumentos utilizados para la obtención del acceso en línea recta es LA Axxess, este instrumento proporciona una buena aproximación en la determinación del primer instrumento que ajusta en ápice.^{51, 52,53} Encontramos que estos instrumentos fueron los que mayor desgaste causaron en la zona de peligro principalmente en el corte a 1 mm por debajo de la furca, creemos que el movimiento de inserción a resistencia y su conicidad son los responsables de este desgaste, aunque este espesor residual encontrado en nuestro estudio con LA Axxess en secuencia 2 y 1 es mayor que el reportado por Couthino y Cols.⁵⁹ cuando utilizaron Gates Glidden No. 4, 3 y 2. También estos resultados obtenidos con LA Axxess son diferentes de los señalados por Duarte y Cols.⁶⁰ ya que ellos a 3 mm por debajo de la unión cemento esmalte reportan un espesor radicular residual de 1.04 mm, espesor dentinario que es superior al encontrado en nuestro estudio.

C) SISTEMA PROTAPER.

Otro de los instrumentos utilizados y que se caracterizan por su conicidad progresiva es ProTaper. Con este instrumento encontramos la mayor cantidad de espesor residual al dejar un remanente de dentina de 1 y 1.12 mm en los cortes a 3 y 1mm respectivamente. Con este instrumento Sanfelice y Cols.⁶⁸ reportaron un 11% de reducción de dentina en la preparación cervical de molares inferiores. Como se puede deducir la preparación del tercio cervical en la consecución del acceso en línea recta involucra riesgos de adelgazamiento o perforación de la dentina radicular, coincidiendo con lo señalado por Lim y Stock,⁴⁶ quienes consideran que un espesor de dentina radicular menor de .03 mm, se considera crítico considerando que existen fuerzas durante la etapa de obturación con condensación lateral y que estas fuerzas causan suficiente estrés pudiendo fracturar las paredes del conducto debilitadas durante la preparación del tercio

cervical. Los instrumentos utilizados dejaron un espesor residual promedio de .9 a 1.1 mm siendo valores que consideramos aceptables tomando en cuenta la estrecha distancia que comprende la zona de peligro.

D) K-3

En nuestro estudio observamos que los instrumentos K3 con conicidad .10 y .08 dejaron un espesor residual de 1 y .9 mm en cortes transversales a 1 y 3 mm por debajo de la furca. Por su parte Sanfelice y Cols.⁶⁸ reportaron que estos instrumentos causan un 10% de reducción dentinaria a 2 mm por debajo de la furca en la preparación del tercio cervical radicular.

IX. CONCLUSIONES

1. Los instrumentos Gates Glidden (3, 2,1), ProTaper (S1, SX, S2), K3 .25 (.10 y .08) y LA Axxess (2,1) remueven dentina de manera significativa en la preparación del tercio cervical sin reducir de manera importante el espesor de dentina radicular de la zona de peligro.
2. El espesor de la zona de peligro en conductos mesiales de primeros molares inferiores entre 1 y 3 mm por debajo de la furca es de .48 a 1.80 mm.
3. El espesor radicular a 3 mm por debajo de la furca es menor al observado a 1 mm.
4. Tanto el conducto mesiovestibular como el mesiolingual de los primeros molares inferiores, poseen igual cantidad de dentina radicular y riesgo de adelgazamiento y perforación en la zona de peligro.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. **SCHILDER H.** Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974; 18: 269–96.
2. **HAAPASALO M, ENDAL U, ZANDI H, JEFFREY M.** Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics.* 2005; 10: 77-102.
3. **YOUNG GR, PARASHOS P, MESSER HH.** The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J.* 2007; 52:52-63.
4. **HÜLSMANN M, PETERS OA, DUMMER PMH.** Mechanical preparation of root canals: Shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics.* 2005; 10: 30-76.
5. **VERTUCCI FJ.** Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic Topics.* 2005; 10:3-29.
6. **MACÍAS SO. GARCÍA AL. DÍAZ MM.** Forma y diámetro de los conductos en molares inferiores. *Rev Odontol Mex.* 2004; 8: 24-31.
7. **VERTUCCI FJ.** Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1984; 58: 589–9.
8. **RICUCCI D, SIQUEIRA JF JR.** Fate of the tissue in lateral canals and apical ramifications in response to pathologic conditions and treatment procedures. *J Endod.* 2010; 36:1-15.
9. **DE DEUS QD.** Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals. *J Endod.* 1975; 1:361-6.
10. **WELLER NR, NIEMCZYK SP, KIM S.** Incidence and position of the canal isthmus. Part 1. Mesio Buccal root of the maxillary first molar. *J Endod.* 1995; 21: 380–3.

11. **MANNOCCI F, PERU M, SHERRIFF M, COOK R, PITT FORD TR.** The isthmuses of the mesial root of mandibular molars: a micro-computed tomographic study. *Int Endod J.* 2005; 38: 558-63.
12. **VON ARX T.** Frequency and type of canal isthmuses in first molars detected by endoscopic inspection during periradicular surgery, *Int Endod J.* 2005; 38, 160-8.
13. **KONTAKIOTIS EG, PALAMIDAKIS FD, FARMAKIS ET, TZANETAKIS GN.** Comparison of isthmus detection methods in the apical third of mesial roots of maxillary and mandibular first molars: macroscopic observation versus operating microscope. *Braz Dent J.* 2010; 21: 428-31.
14. **HSU YY, KIM S.** The resected root surface. The issue of canal isthmuses. *Dent Clin North Am.* 1997; 41: 529-40.
15. **PEIRIS HR, PITAKOTUWAGE TN, TAKAHASHI M, SASAKI K, KANAZAWA E.** Root canal morphology of mandibular permanent molars at different ages. *Int Endod J.* 2008; 41: 828-35.
16. **SIQUEIRA JF JR, ARAÚJO MC, GARCÍA PF, FRAGA RC, DANTAS CJ.** Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod.* 1997;23: 499-502.
17. **NAIR PN, HENRY S, CANO V, VERA J.** Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 99:231-52.
18. **OVE A. PETERS.** Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: A review. *J Endod.* 2004; 38:559-6.

19. **KUTTNER Y.** Microscopic investigation of root apices. *J Am Dent Assoc* 1955; 50:544-52.
20. **RICUCCI D, LANGELAND K.** Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. *Int Endod J.* 1998; 31:394-409.
21. **MIZUTANI T, OHNO N, NAKAMURA H.** Anatomical study of the root apex in the maxillary anterior teeth. *J Endod.* 1992; 18: 344-7.
22. **MAUGER MJ, SCHINDLER WG, WALKER WA.** An evaluation of canal morphology at different levels of root resection in mandibular incisors. *J Endod.* 1998;24: 607-9.
23. **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 Radiol Endod.* 2000; 89:739-43.
24. **MARTOS J, TATSCH GH, TATSCH AC, SILVEIRA LF, FERRER-LUQUE CM.** Anatomical evaluation of the root canal diameter and root thickness on the apical third of mesial roots of molars. *Anat Sci Int.* 2011; 86:146-50.
25. **NAGY CD, SZABÓ J, SZABÓ J.** A mathematically based classification of root canal curvatures on natural human teeth. *J Endod.* 1995; 21: 557-60.
26. **SCHNEIDER SW.** A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971; 32: 271-5.
27. **CUNNINGHAM CJ, SENIA ES.** A three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. *J Endod.* 1992; 18: 294-300.
28. **KARTAL N, CIMILLI HK.** The degrees and configurations of mesial canal curvatures of mandibular first molars. *J Endod.* 1997; 23: 358-62.

29. **GU Y, LU Q, WANG P, NI L.** Root canal morphology of permanent three-rooted mandibular first molars: Part II--measurement of root canal curvatures. *J Endod.* 2010; 36: 1341-6.
30. **ABOU-RASS M, FRANK AL, GLICK DH.** The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Dent Assoc.* 1980;101: 792-4.
31. **WEINE FS, KELLY RF, LIO PJ.** The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod.* 1975; 1:255-62.
32. **WEINE FS, KELLY RF, BRAY KE.** Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape. *J Endod.* 1976; 2: 298-303.
33. **SCHÄFER E, DAMMASCHKE T.** Development and sequelae of canal transportation. *Endodontic Topics.* 2009; 15: 75-90.
34. **PAQUÉ F, GANAHL D, PETERS OA.** Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod.* 2009; 35: 1056-9.
35. **FREIRE LG, GAVINI G, BRANCO-BARLETTA F, SANCHES-CUNHA R, DOS SANTOS M.** Microscopic computerized tomographic evaluation of root canal transportation prepared with twisted or ground nickel-titanium rotary instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011; 112: 143-8.
36. **BERGMANS L, VAN CLEYNENBREUGEL J, BEULLENS M, WEVERS M, VAN MEERBEEK B, LAMBRECHTS P.** Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J.* 2003; 36: 288-95.

37. **HARTMANN MS, FONTANELLA VR, VANNI JR, FORNARI VJ, BARLETTA FB.** CT evaluation of apical canal transportation associated with stainless steel hand files, oscillatory technique and pro taper rotary system. *Braz Dent J.* 2011; 22:288-93.
38. **AKHLAGHI NM, KAHALI R, ABTAHI A, TABATABAEE S, MEHRVARZFAR P, PARIROKH M.** Comparison of dentine removal using V-taper and K-Flexofile instruments. *Int Endod J.* 2010; 43: 1029-36.
39. **TABRIZIZADEH M, REUBEN J, KHALESI M, MOUSAVINASAB M, EZABADI MG.** Evaluation of radicular dentin thickness of danger zone in mandibular first molars. *J Dent (Tehran)* 2010; 7:196-9.
40. **GARCIA FILHO PF, LETRA A, MENEZES R, CARMO AM.** Danger zone in mandibular molars before instrumentation: an in vitro study. *J Appl Oral Sci.* 2003; 11: 324-6.
41. **SAUÁIA TS, GOMES BP, PINHEIRO ET, ZAIA AA, FERRAZ CC, SOUZA-FILHO FJ, VALDRIGHI L.** Thickness of dentine in mesial roots of mandibular molars with different lengths. *Int Endod J.* 2010; 43:555-9.
42. **GU Y, ZHOU P, DING Y, WANG P, NI L.** Root canal morphology of permanent three-rooted mandibular first molars: Part III--An odontometric analysis. *J Endod.* 2011; 37: 485-90.
43. **BERUTTI E, FEDON G.** Thickness of cementum/dentin in mesial roots of mandibular first molars. *J Endod.* 1992;18: 545-8.
44. **MCCANN JT, KELLER DL, LABOUNTY GL.** Remaining dentin/cementum thickness after hand or ultrasonic instrumentation. *J Endod.* 1990; 16:109-13.

45. **KESSLER JR, PETERS DD, LORTON L.** Comparison of the relative risk of molar root perforations using various endodontic instrumentation techniques. *J Endod.* 1983; 9:439-47.
46. **LIM SS, STOCK CJ.** The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the stepback technique. *Int Endod J.* 1987; 20: 33-9.
47. **GOERIG AC, MICHELICH RJ, SCHULTZ HH.** Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. *J Endod* 1982; 8:550-4.
48. **LEEB J.** Canal orifice enlargement as related to biomechanical preparation. *J Endod.* 1983; 9:463-70.
49. **BRITO-JÚNIOR M, CAMILO CC, MOREIRA-JÚNIOR G, PECORA JD, SOUSA-NETO MD.** Effect of pre-flaring and file size on the accuracy of two electronic apex locators. *J Appl Oral Sci.* 2012; 20: 538-43.
50. **TAN BT, MESSER HH.** The effect of instrument type and preflaring on apical file size determination. *Int Endod J.* 2002; 35:752-8.
51. **SCHMITZ M DA S, SANTOS R, CAPELLI A, JACOBOVITZ M, SPANÓ JC, PÉCORA JD.** Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in mandibular molars: SEM analysis. *Braz Dent J.* 2008; 19:245-51.
52. **IBELLI GS, BARROSO JM, CAPELLI A, SPANÓ JC, PÉCORA JD.** Influence of cervical preflaring on apical file size determination in maxillary lateral incisors. *Braz Dent J.* 2007; 18:102-6.
53. **PECORA JD, CAPELLI A, GUERISOLI DM, SPANÓ JC, ESTRELA C.** Influence of cervical preflaring on apical file size determination. *Int Endod J* 2005; 38:430-5.

54. **ABOU-RASS M, JASTRAB RJ.** The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars. J Endod. 1982; 8:78-82.
55. **GUELZOW A, STAMM O, MARTUS P, KIELBASSA AM.** Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. Int Endod J. 2005; 38 :743-52
56. **OVE A. PETERS, CHRISTINE I. PETERS.** Limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares. En: Cohen S, Hargreaves KM. Vías de la pulpa. España: Elsevier; 2008.p. 311-2.
57. **ISOM TL, MARSHALL JG, BAUMGARTHER JC.** Evaluation of root thickness in curved canals after flaring. J Endod. 1995,21:368-71.
58. **WU MK, VAN DER SLUIS LW, WESSELINK PR.** The risk of furcal perforation in mandibular molars using Gates-Glidden drills with anticurvature pressure. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2005; 99:378-82.
59. **COUTINHO-FILHO T, DE-DEUS G, GURGEL- FILHO ED, ROCHA-LIMA AC, CERVANTES DIAS KR, BARBOSA CA.** Evaluation of the risk of a stripping perforation with gates-glidden drills: serial versus crown-down sequences. Braz Oral Res. 2008; 22:18-24.
60. **DUARTE MA, BERNARDES RA, ORDINOLA-ZAPATA R, VASCONCELOS BC, BRAMANTE CM, MORAES IG.** Effects of Gates-Glidden, LA Axxess and orifice shaper burs on the cervical dentin thickness and root canal area of mandibular molars. Braz Dent J. 2011; 22: 28-31.
61. **RUDDLE CJ.** The ProTaper technique. Endodontic Topics. 2005; 10: 187-90.

62. **PAQUÉ F, MUSCH U, HÜLSMANN M.** Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J.* 2005; 38: 8-16.
63. **MAHRAN AH, ABOEL-FOTOUH MM.** Comparison of effects of ProTaper, HeroShaper, and Gates Glidden Burs on cervical dentin thickness and root canal volume by using multislice computed tomography. *J Endod.* 2008; 34::1219-22.
64. **CARVALHO-SOUSA B, COSTA-FILHO J, ALMEIDA-GOMES F.** Evaluation of the dentin remaining after flaring using Gates Glidden drills and ProTaper rotary files. *RSBO.* 2011; 8: 194-9.
65. **GAMBARINI G.** The K3 rotary nickel titanium instrument system. *Endodontic Topics.* 2005; 10: 179-82.
66. **SCHÄFER E, SCHLINGEMANN R.** Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2003; 36:208-17.
67. **GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ MP, FERRER-LUQUE 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.* 2004; 97: 112-5.
68. **SANFELICE CM, DA COSTA FB, REIS SÓ MV, VIER-PELISSER F, SOUZA BIER CA, GRECCA FS.** Effects of four instruments on coronal pre-enlargement by using cone beam computed tomography. *J Endod.* 2010; 36: 858-61.

69. **TEIXEIRA IG, DAVIDOWICZ H, BARLETTA FB, MARANHAO AA.** Study of the areas and thicknesses of mesiobuccal root canals prepared by three endodontic techniques. *Braz Oral Res.* 2007;21:118-26.
70. **GLUSKIN AH, BROWN DC, BUCHANAN LS.** A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J.* 2001;34: 476-84.
71. **MIGLANI S, GOPIKRISHNA V, PARAMESWARAN, KANDASWAMY D, KIRITHIKA.** Canal centering ability of two Nickel-Titanium rotary systems compared with SS hand instrumentation in curved canals using Kuttler's endodontic cube - An in vitro study. *Endodontology* 2004, 16:42-49.
72. **BRAMANTE CM, BERBERT A, BORGES RP.** A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod.* 1987;13: 243–5.
73. **CAMPOS JM, DEL RIO C.** Comparison of mechanical and standard hand instrumentation techniques in curved root canals. *J Endod.* 1990; 16: 230-4.
74. **TAMSE A, PILO R.** A new muffle model system to study root canal morphology and instrumentation techniques. *J Endod.* 1998; 24: 540-2.
75. **KUTTLER S, GARALA M, PÉREZ R, DORN SO.** The endodontic cube: A system designed for evaluation of root canal anatomy and canal preparation. *J Endod.* 2001; 27:533-36.
76. **PETERS OA, PETERS CI, SCHÖNENBERGER K, BARBAKOW F.** ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analyzed by micro CT. *Int Endod J.* 2003;36: 86-92.

XI. PUBLICACIONES DERIVADAS DE ESTA TESIS

1. Luna CA, Isaías ER, Oliver PR, Llamas R. Espesor radicular residual in vitro dejado por diferentes sistemas de instrumentación rotatoria en la zona de peligro. *Endodoncia Actual*. 2012, 18:28-34

28

Endodoncia Actual

Artículos de investigación
 Circulación de la información en el campo de la Endodoncia

Espesor radicular residual in vitro dejado por diferentes sistemas de instrumentación rotatoria en la zona de peligro

C.D. Fernando Isaías Cortés *
 Programa de Endodoncia de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT)

M.C.D.E.F. Carlos Alberto Llamas Lara
 Profesor Investigador y Coordinador del Programa de Endodoncia, UAT.

M.C.D.E.F. Rogelio Oliver Jara
 Jefe de Investigación de la Esc. de Odontología y Profesor Investigador del Programa de Endodoncia, UAT.

Dr. Rafael Llamas y Cadena†
 Profesor Titular de Patología y Terapéutica Dental de la Esc. de Odontología de la Universidad de Sevilla, España.

Resumen

Introducción: La zona de peligro es un sitio vulnerable a la perforación dada las características anatómicas radiculares. **Objetivo:** Comparar el espesor radicular residual en molares inferiores dejado por los instrumentos ProTaper (S1, SX y S2), K3 (# 25, 10, 08), Gates Glidden (3, 2, 1) y LA ACCESS (2 y 1). **Materiales y métodos:** Fue un estudio experimental, controlado y aleatorio, 50 raíces mesiales (n=117 conductos) depositadas en un cubo endodóntico recibieron cortes transversales a 1 y 3 mm de furca, obteniendo secciones que fueron analizadas bajo microscopía estereoscópica (20X) con el programa ImageTool, se midieron el espesor radicular original (ERO) y espesor radicular residual (ERR). **Resultados:** el ERO a 3 mm de furca es menor que a 1 mm ($p < 0.001$) y que los instrumentos LA ACCESS dejaron menos de 0 mm de ERR a 1 mm por debajo de furca comparado con los otros instrumentos ($p = 0.007$). ProTaper y K3 dejaron un ERR mayor a 1 mm. A 3 mm de furca todos los instrumentos dejaron entre 0 y 0.7 mm de ERR siendo ProTaper el que presentó menor riesgo de perforación. Solo en 3 casos LA ACCESS dejó un ERR menor a 0.5 mm a 1 mm de furca. Con ningún instrumento se presentó perforación radicular. **Conclusiones:** la zona de peligro presenta dimensiones reducidas principalmente a 3 mm de furca en donde los instrumentos rotatorios se mueven dentina significativamente siendo ProTaper, seguido de K3 los que se pelean más la zona de peligro.

Introducción

Eléxito del tratamiento endodóntico se basa, entre otros aspectos, en el conocimiento detallado y la valoración adecuada de la forma de los conductos radiculares. Al realizar el tratamiento de conductos en dientes molares inferiores se debe de tener en cuenta la forma interna del sistema de conductos radiculares, destacando la llamada zona de peligro ^{1,2} definido como la zona más delgada en la pared del conducto radicular que es vulnerable a la perforación debido a un exceso en la instrumentación, produciendo lesiones graves a los tejidos periradiculares y comprometiendo el pronóstico del tratamiento. ³ La zona de peligro cuenta con un espesor que varía de 1.0 -1.4 mm a 1 mm de la furca y de 0.8 - 1.2 mm a 3 mm de la furca, ^{4,5} y a su vez las formas transversales que adoptan los conductos en el tercio cervical son de ovoides-acintados a redondos, ^{6,7} con áreas de 0.12 a 0.81 mm².

© 2012 Endodoncia Actual

XII. ANEXOS

Anexo 1: Hoja recolectora de datos medición basal

No. De diente	Sección a 1 mm		Sección a 3 mm	
	Vestibular	Lingual	Vestibular	Lingual

Anexo 2: Hoja recolectora de datos por grupos

Grupo 1: ProTaper No. de diente	Sección 1 mm basal		Sección 3 mm basal		Sección 1 mm final		Sección 3 mm final	
	Vestibular	Lingual	Vestibular	Lingual	Vestibular	Lingual	Vestibular	Lingual

Grupo 2: Gates- Glidden No. de diente	Sección 1 mm basal		Sección 3 mm basal		Sección 1 mm final		Sección 3 mm final	
	Vestibular	Lingual	Vestibular	Lingual	Vestibular	Lingual	Vestibular	Lingual

Grupo 3: LA Axxess No. de diente	Sección 1 mm basal		Sección 3 mm basal		Sección 1 mm final		Sección 3 mm final	
	Vestibular	Lingual	Vestibular	Lingual	Vestibular	Lingual	Vestibular	Lingual

Grupo 4: K3 No. de diente	Sección 1 mm basal		Sección 3 mm basal		Sección 1 mm final		Sección 3 mm final	
	Vestibular	Lingual	Vestibular	Lingual	Vestibular	Lingual	Vestibular	Lingual