

## COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS PARA EVALUAR LA TRANSPORTACIÓN APICAL

*Recibido para arbitraje: 06/06/2006*

*Aceptado para publicación: 04/07/2006*

**Lilia E. Leonardi\***, **Diana M. Atlas\*\***, **Guillermo Raiden\*\*\***

\*Jefe de Trabajos Prácticos, Cátedra de Endodoncia, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Tucumán. Argentina. Doctora en Odontología. Especialista en Endodoncia.  
E-mail: [lilialeonardi@hotmail.com](mailto:lilialeonardi@hotmail.com)

\*\*Profesora Adjunta, Cátedra de Endodoncia, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Tucumán. Argentina. Doctora en Odontología. Especialista en Endodoncia.

\*\*\*Profesor Titular, Cátedra de Endodoncia, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Tucumán. Argentina. Doctor en Odontología. Especialista en Endodoncia.

### Abstract

The purpose of the present study was to compare a radiographic versus anatomic method for apical transportation measurement in curved root canal. Sixty recently removed human mandibular molars with buccolingual curved root canals ranging from 15° to 45°, were selected. The distal roots were removed to avoid radiographs interferences with mesiodistal incidence. Before been sectioned mesial roots were inclosed in transparent resin using a grilon key-like muffle with modified Bramante's procedure. The inclosed teeth were radiographed buccolingually and mesiodistally using a plastic dispositive to allow for standart pre and postinstrumentation radiographs. The roots canals were horizontally sectioned. Cuts made at 3 mm from the apex and photographed. The sections were reassembled in the muffle and the canals were instrumented with manual and mechanized techniques. After instrumentation was finished, radiographs of the teeth and photographs of the segment were taken. Transportation radiographic measurement was made with a micrometer on radiographic projection tracing magnified 8 times, in two planes. Transportation anatomic measurement was made analyzing photographs pre and postinstrumentation using Image 1.45 Software Macintosh computer. Radiographic and anatomic methods showed different data due to the different levels and criteria of measurement. Statistical analysis (ANOVA) showed significant difference ( $p < 0.0001$ ) between radiographic and anatomic methods. Media comparison between radiographic and anatomic transportation, in each group, showed no significant difference ( $p = 0.21$ ).

**Key words:** apical transportation, Cursor W&H, mechanical instrumentation

### Resumen

El objetivo del presente trabajo fue comparar un método radiográfico con un método anatómico para medir la transportación apical en conductos curvos.

Se seleccionaron 60 molares inferiores humanos, con angulaciones en sus conductos mesio-vestibulares de 15° a 45°. La raíz distal de cada pieza fue eliminada, para evitar la interferencia en las radiografías con incidencia mesio-distal. Aplicando el procedimiento propuesto por Bramante modificado, la raíz mesial antes de ser seccionada fue incluida en resina transparente usando una mufla de grilon como llave para la reposición de los fragmentos. Las piezas incluidas fueron radiografiadas con incidencia vestibulo-lingual y mesio-distal utilizando un dispositivo plástico para sistematizar las tomas radiográficas pre y pos operatorias. Luego, las raíces fueron seccionadas horizontalmente a 3 mm del ápice y fotografiadas. Los segmentos fueron reposicionados en la mufla y los conductos instrumentados con técnicas manual y mecanizada. Completada la instrumentación se tomaron radiografías de las raíces y fotografías de los segmentos. La medición radiográfica de la transportación apical se realizó con calibre micrométrico sobre trazados de las proyecciones ampliadas 8 veces de ambas tomas radiográficas. La medición anatómica se realizó analizando las fotografías pre y pos instrumentación con un equipo de digitalización de imágenes Macintosh (Image 1.45). Los métodos radiográfico y anatómico presentan datos diferentes debido a los distintos niveles y criterios de medición. El análisis estadístico (ANOVA) mostró diferencias significativas entre el método radiográfico y el método anatómico ( $p < 0.0001$ ). La comparación entre las medidas de transportación obtenidas radiográficamente y anatómicamente en cada uno de los grupos no mostró diferencias ( $p = 0.21$ ).

**Palabras claves:** transportación apical, método radiográfico, método anatómico

**Introducción**

Los efectos de la instrumentación endodóntica han sido estudiados usando distintos procedimientos como impresiones de los conductos radiculares (1), diafanización (2), conductos artificiales (3), tomografía computada (4), resonancia magnética (5), estudios radiográficos y cortes dentarios.

Los métodos radiográficos fueron empleados por numerosos autores para determinar la transportación apical. Canales y col, (1984) (6) utilizaron la proyección simultánea de tomas radiográficas en ambos sentidos. Una variante de este procedimiento consistía en realizar radiografías intermedias para determinar el primer instrumento que producía transportación apical. (7)

Eposito y Cunningham (1995) (8) y Pereira Lopes y col, (1998), (9) usaron la *superposición radiográfica*. Otros autores utilizaron una variante de este método, que consiste en la superposición de calcos de las radiografías ampliadas sobre papel transparente. (10)

El método de la *doble exposición radiográfica* fue introducido por Sepic y col. en 1989, (11) utilizando para posicionar las placas y los dientes resina acrílica o reemplazando la misma por una silicona de alta viscosidad (Saunders y Saunders, 1994; Knowles y col., 1996). (1,12)

Otros métodos para estudiar los efectos de las preparaciones endodónticas son los cortes longitudinales o transversales de los dientes.

Los cortes longitudinales se realizan una vez finalizada la preparación quirúrgica de las piezas dentarias, (13). Este procedimiento puede ser empleado en conductos amplios, con curvaturas de menos de 25°. Presenta como desventaja la dificultad de incluir toda la curvatura en la sección longitudinal. (14)

Bramante y col, (1987) (15) publicaron un método para evaluar cambios en conducto radicular producidos por la instrumentación. Este procedimiento proporciona el área anatómica del conducto y el área instrumentada y permite comparar las diferencias entre ambas.

Este modelo fue objeto de diversas modificaciones. En 1990 McCann y col. (16) reemplazan la llave de yeso por una mufla de ticonium. Esta mantenía los beneficios del sistema anterior y agrega ventajas: es más durable, consume menos tiempo y se puede volver a utilizar. Con la misma finalidad Campos y del Río (1990) (17) utilizan un modelo-prototipo de latón.

Hülsmann y col, (1999) (18) presentaron una mufla a la cual puede ser ajustada una plataforma radiográfica, permitiendo tomas radiográficas bajo condiciones estandarizadas.

Otra modificación fue presentada por Zaia y col, (2000) (19), quienes usaron un equipamiento económico y sin pérdida de dentina durante el seccionamiento de la raíz, ya que fracturan la misma.

Los objetivos del presente trabajo fueron registrar la transportación apical con métodos de medición radiográfico y anatómico y comparar los resultados entre ambos métodos.

**Materiales y métodos**

Se seleccionaron 60 primeros y segundos molares inferiores, con angulaciones en los conductos mesio-vestibulares, entre 15° y 45°. Fue removida la raíz distal a nivel de la furcación a fin de facilitar la visualización radiográfica de los conductos en las tomas con incidencia mesio-distal.

Se prepararon los accesos coronarios, se extirpó la pulpa y determinó la longitud de trabajo de cada pieza a 1 mm del foramen apical.

Alrededor de las raíces fueron trazadas líneas transversales a 3 mm del ápice, para orientar los cortes futuros. El foramen apical de cada pieza fue sellado con cera utility y las raíces fueron incluidas en resina poliéster dentro de una mufla, usando una modificación del procedimiento de Bramante y col, (1987). (15)

La mufla fue confeccionada en grilon, compuesta de dos partes posicionadas por medio de una brida, con una forma interior cilíndrica de 13 mm de diámetro, con una faceta plana y surcos horizontales cada 3 mm. Para mantener la misma relación entre el diente y la película radiográfica la forma exterior de la mufla se diseñó cúbica de 2,5 cm de lado. (20)

Con el objeto de estandarizar las tomas radiográficas, se confeccionó un dispositivo, con forma externa circular, de un diámetro tal que permite el acople del tubo radiográfico y un espacio rectangular interior del tamaño de la placa radiográfica, para facilitar su ubicación en un ángulo de 90° con respecto al tubo emisor y permitir la toma radiográfica en una misma relación foco película. (21)

Con las piezas incluidas dentro de la mufla, se tomaron radiografías pre instrumentación en sentido vestíbulo lingual y mesio-

distal, colocando en el conducto un instrumento inicial N° 15 en longitud de trabajo.

Todas las radiografías fueron realizadas con películas Kodak Ultra-speed (Eastman Kodak Company, Rochester, New York, U.S.A.) y equipo radiográfico GNATUS de 66 Kvp y 6,5 mA, (Riberáo Preto, Brasil) con un tiempo de exposición de seis décimas de segundo y a una distancia foco película de 25 cm.

Se removió el bloc de resina del interior de la mufla y se practicaron cortes perpendiculares al eje longitudinal del conducto a nivel de las marcas preestablecidas con una pequeña sierra circular eléctrica.

Los conductos se llenaron con cera roja y se tomaron fotografías pre instrumentación a nivel del fragmento apical, con cámara fotográfica OLIMPUS, Model PM-6 35mm (Olympus Optical CO. , LTD. 43-2, Hatagaya 2-Chome, Shibuya-Ku, Tokyo, Japón) acoplada a una lupa binocular OLIMPUS SZ 40, con una magnificación 20x.

Luego la cera fue removida del interior de los conductos y los fragmentos fueron reposicionados en la mufla para ser instrumentados.

Se conformaron cuatro grupos, de quince piezas cada uno. Grupo 1. Instrumentación manual con limas tipo K de acero inoxidable flexibles Mor-flex (Moyco Union Broach, NY, EEUU), se aplicó una técnica híbrida; Grupo 2. Instrumentación mecanizada con Cursor W&H (Dentalwerk Burmoos GmbH, Austria) y limas Mor-flex. Los instrumentos fueron activados por el contrángulo reductor de velocidad 4:1 Cursor W&H; Grupo 3. Instrumentación manual con limas tipo K de acero inoxidable flexibles Flexi-cut (Schwed Anteos, NY, EEUU) y Grupo 4. Instrumentación mecanizada con Cursor W&H y limas Klexi-cut. En todos los grupos los conductos fueron instrumentados hasta la lima N° 30 a la longitud de trabajo, comenzando el retroceso hasta llegar a la N° 50. Se irrigó con solución de hipoclorito de sodio al 2.5% después del uso de cada instrumento.

Luego de la instrumentación, se tomaron radiografías de frente y de perfil de cada pieza, con un instrumento N° 30 la hasta la longitud de trabajo, usando los dispositivos descritos para los registros pre instrumentación.

Para la evaluación radiográfica del desplazamiento apical las radiografías fueron proyectadas sobre transparencias, a una magnificación de x 8. Sobre cada proyección se trazó el contorno de la lima, la pieza dentaria y del piso de la cámara pulpar en ambos sentidos, en color rojo las pre operatorias y en color azul las pos operatorias.

Se trazó una línea en el centro del segmento apical recto de cada lima, tanto en la imagen pre como pos operatoria. Las transparencias fueron superpuestas y la transportación establecida, midiendo con calibre micrométrico la distancia entre las puntas de la lima inicial y final. Se consideró sin transportación apical cuando el trazo del segmento apical de lima inicial quedaba proyectado dentro del final.

Para evaluar la transportación apical anatómica, se trazó con marcador rojo sobre una lámina transparente colocada sobre la fotografía pre operatoria, el contorno de cada una de las piezas y de su conducto en cada nivel de corte. Luego de instrumentado el conducto, se trazó el nuevo contorno con marcador azul. Seguidamente estos trazados fueron capturados por una cámara Video Scope (International LTD) hacia un equipo de digitalización de imágenes Macintosh. Se utilizó el programa Image 1.45. Se determinó el centro de cada imagen antes y después de su instrumentación y la distancia entre ambos centros fue medida en milímetros 22. Los resultados fueron evaluados estadísticamente con ANOVA.

## Resultados

En la Tabla 1 pueden observarse las medias y el desvío estándar de la transportación apical registrada por ambos métodos. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre el método radiográfico y el método anatómico ( $p < 0.0001$ ).

**Tabla 1**  
Transportación apical registrada por los métodos de medición radiográfico y anatómico

Grupo	Método	Media	DE
Mor-flex m	Radiográfico	0.204	0.089
	Anatómico	0.069	0.052
Mor-flex M	Radiográfico	0.232	0.148
	Anatómico	0.056	0.037
Flexi-cut m	Radiográfico	0.137	0.058
	Anatómico	0.066	0.04
Flexi-cut M	Radiográfico	0.192	0.124
	Anatómico	0.072	0.037

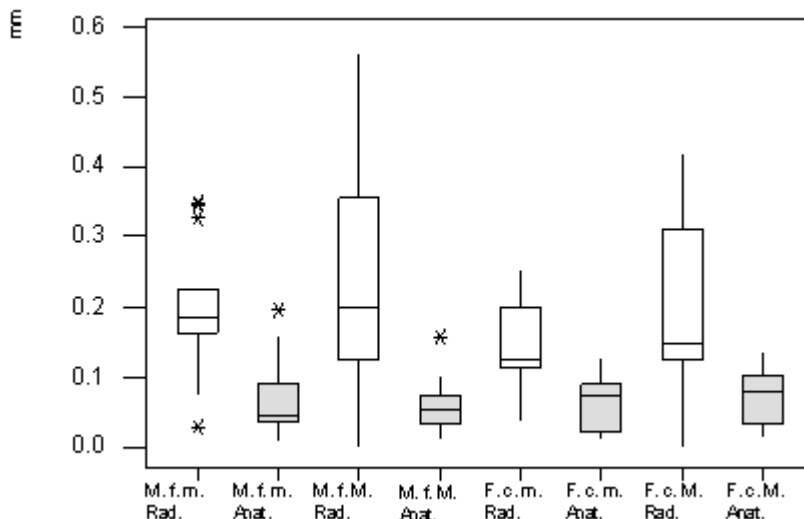
m: manual

M: mecanizada

La Figura 1 ilustra sobre la transportación apical, registrada por los dos métodos en todos los grupos.

La comparación entre las medidas de transportación apical obtenidas radiográficamente y anatómicamente en cada uno de los grupos no mostró diferencias ( $p=0.21$ ).

**Fig. 1**  
**Diagrama en caja que ilustra la mediana y el desvío estándar de la transportación apical registrada por el método radiográfico y anatómico**



Mf: Mor-flex  
 Fc: Flexi-cut  
 m: manual  
 M: mecanizada

### Discusión

Para realizar el estudio anatómico aplicamos un método semejante al de Bramante y col, (1987) (15), que permite cortar el diente y hacer mediciones pre operatorias en diferentes niveles, reposicionar mediante una llave ad hoc los fragmentos, instrumentar y, por último, desmontar los fragmentos y hacer las evaluaciones pos operatorias.

Buscando un reposicionador más durable y que se pueda volver a utilizar, algunos autores han reemplazado la llave de yeso por dispositivos metálicos de ticonium (McCann y col., 1990) (16) y de latón (Campos y del Rio, 1990) (17). Sin embargo estos dispositivos impiden la visualización radiográfica de los conductos.

Con el fin de superar estos inconvenientes y para ser utilizado en el presente trabajo, diseñamos y construimos un dispositivo de grilón que, además de permitir su reutilización, evita la confección de llaves individuales para cada diente. Por otra parte, es más resistente que el yeso para las manipulaciones. Otra ventaja, es que facilita el estudio de los cambios en la configuración del conducto después del uso de cada instrumento y establecer con cual de ellos se inicia la transportación. (23)

Este dispositivo y el posicionador de películas diseñados y confeccionados para el presente trabajo, permitieron realizar tomas radiográficas estandarizadas y comparar las radiografías pre y pos operatorias, además permitió la reposición dentaria necesaria para las mediciones anatómicas y nos permitió hacer una comparación de métodos.

Hülsmann y col., (1999) (18) presentaron un dispositivo de diseño semejante al aquí propuesto que tendría las mismas virtudes.

Con respecto a los cortes dentarios para los estudios anatómicos, Zaia y col, (2000) (19) proponen la obtención de los fragmentos por fractura en lugar de cortes. Este procedimiento tendría la ventaja de evitar la pérdida de tejido, pero hace necesario evaluar algunas probables dificultades como el riesgo de desprendimiento del fragmento apical de su soporte debido al impacto, la presencia de planos de fractura diferentes al deseado o cortes inclinados y la posibilidad de pérdida de la pieza dentaria por fracturas verticales. Además, la pérdida de dentina durante el corte no impide la correcta lectura de las modificaciones producidas.

El método radiográfico para medir la transportación apical presenta como ventajas sobre el anatómico, que permite registrar el desplazamiento en el extremo apical de la preparación y que es más simple su ejecución. El método anatómico tiene la ventaja que permite observar el desplazamiento en todos los sentidos.

Para realizar la comparación de los resultados obtenidos entre ambos métodos, se tomaron los mayores valores de la transportación medida radiográficamente, ya sea en el sentido mesio-distal o en el vestíbulo-lingual y similar criterio se aplicó para la medición anatómica, es decir se seleccionó la mayor transportación cualquiera sea su sentido.

En la comparación de los valores obtenidos por el método radiográfico con los obtenidos por el método anatómico se encontraron lógicamente diferencias en todos los grupos. Eso se debe, por una parte, a distintos niveles de medición, ya que en el método radiográfico fue a nivel apical, mientras en el anatómico a 3 mm del ápice, y por otra parte a diferentes parámetros de medición. Además, hay que destacar que en el método radiográfico se midió el desplazamiento del eje del instrumento y en el anatómico el desplazamiento del eje de la preparación.

Tanto en el método radiográfico como en el anatómico se registraron las mismas relaciones entre los grupos, salvo cuando se comparó radiográficamente la transportación en el sentido vestíbulo-lingual. Es este caso hubo diferencias entre la lima Flexicut y Mor-flex cuando fueron usadas manualmente en la comparación radiográfica y no así en la comparación anatómica. Esta única discrepancia entre los métodos puede ser explicada dado que en el método anatómico la medición se hizo a la altura del corte a 3 mm del ápice anatómico mientras que en el método radiográfico la transportación fue medida en el extremo del instrumento, es decir a 1 mm del ápice anatómico.

De lo estudiado se puede afirmar que ambos métodos se han mostrado como válidos para medir la transportación.

Si bien es cierto que sería necesario realizar futuros estudios que establezcan cuáles son los niveles de riesgo clínico en la transportación apical, en lo observado en el presente trabajo no aparecen como de riesgo o serias dificultades en la acción clínica ninguno de los instrumentos o técnicas probadas.

### Conclusiones

El método radiográfico y el anatómico presentaron diferentes valores de transportación apical, debido a los diferentes niveles de medición. Sin embargo, ambos son confiables en su medición ya que en general mantuvieron las mismas relaciones entre los grupos.

### Referencias Bibliográficas

1. Saunders WP, Saunders EM. Comparison of three instruments in the preparation of the curved root canal using the modified double-flared technique. *J Endodon* (1994);20:440-4.
  2. Jerome CE, Hicks ML, Pelleu Junior GB. Compatibility of accessory gutta-percha cones used with two types of spreaders. *J Endodon* (1988);14:428-434.
  3. Coleman CL, Svec TA. Analisis of Niti vs. stainless steel instrumentation in resin simulated canal. *J Endodon* (1997);23:232-5.
  4. Garip Y, Günday M. The use of computed tomography when comparing nickel-titanium and stainless steel files during preparation of simulated curved canals. *Int Endod J* (2001);34:452-7.
  5. Baumann MA, Doll GM. Spatial reproduction of the root canal system by Magnetic Resonance Microscopy. *J Endodon* (1997);23:49-51.
  6. Canales M, Montgomery S. Root canal instrumentation with Unitek and k-Flex files. *J Endodon* (1984);10:12-6.
  7. Cimis GM, Boyer TJ, Pelleu GB. Effect of three file types on the apical preparations of moderately curved canals. *J Endodon* (1988);14:441-44.
- Esposito PT, Cunningham C J. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endodon* (1995);21 :173-6.

8. Pereira Lopes H, Elias CN, Estrela C, Siqueira Jr JF. Assessment of the apical transportation of root canals using the method of the curvature radius. *Braz Dent J* (1998);9:39-45. Publicación electrónica.
9. Manfre SM, Merlo MS, Dinatale S. Evaluación de dos técnicas de preparación quirúrgica en conductos radiculares curvos. *Rev. Asoc. Odontol. Argent.* (1999);87:49-53.
10. Sepic AO, Pantera EA, Neaverth EJ, Anderson RW. A comparison of Flex-R files and K-type files for enlargement of severely curved molar root canals. *J Endodon* (1989);15:240-5.
11. Knowles KI, Ibarrola JL, Christiansen RK. Assessing apical deformation and transportation following the use of Lightspeed TM root canal instruments. *Int Endod J* (1996);29:113-7.
12. Tauber R, Morse DR, Sinai IA. A magnifying lens comparative evaluation of conventional and ultrasonically energized filing. *J Endodon* (1983);9:269-74.
13. Naigeboren D, Bulacio M, de la Casa M, Leonardi L, Costa L. Efficacy of two techniques for endodontic instrumentation. *Acta Odontológica Latinoamericana* (1999); 12:21-30.
14. Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endodon* (1987); 13:243-5.
15. McCann JT, Keller DL, LaBounty GL. A modification of the muffle model system to study root canal morphology. *J Endodon* (1990); 16:114-5.
16. Campos JM, del Rio C. Comparison of mechanical and standard hand instrumentation techniques in curved canals. *J Endodon* (1990); 16:230-4.
17. Hülsmann M, Gambal A, Bahr R. An improved technique for the evaluation of root canal preparation. *J Endodon* (1999); 25:599-602.
18. Zaia AA, Ferraz CCR, Yoshinari GH, de Souza Filho FJ. A simple method for the analysis of root canal preparation. *J Endodon* (2000); 3:172-4.
19. Leonardi LE, Atlas DM, Raiden G. Transportation of curved canals instrumented with manual and mechanical techniques. *Revista Acta Odontológica Latinoamericana* (2005); 18:15-21.
20. Leonardi LE, Atlas DM, Raiden G. Transportación y modificación de la angulación de conductos curvos con instrumentación manual y mecanizada. Aceptado para su publicación. *Rev. FOUNT* (2005)
21. Samyn JA, Nicholls JI, Steiner JC. Comparison of stainless steel and nickel-titanium instruments in molar root canal preparation. *J Endodon* (1996); 22:177-81.
22. Leseberg DA, Montgomery S. The effects of Canal Master, Flex-R, and K-Flex instrumentation on root canal configuration. *J Endodon* (1991); 17:59-65.