



## **Análisis de las fuerzas generadas por los distintos Instrumentos endodónticos durante la preparación quirúrgica**

### **Assessment of forces generated by endodontic instrumentation**

Gioino G<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Odontología, Departamento de Rehabilitación Bucal

#### **Abstract**

**Aim:** To determine the magnitude of forces exerted by the different instruments on the dentine surface as well as the effect of the anatomical features of the canal and the experience of the operator. **Method:** A specific sensors mechanism connecting the removed tooth to a computerized system was used, which received the forces produced by the instrument when it was activated. Vestibular roots from maxillary first molars and mesial roots from mandibular first molars were used in the experiment. The roots were distributed in groups according to the age of the tooth as follows: group I 20/30 years; group II 40/50 years and group III > 60 years. The instruments used were conventional stainless steel files, flexible files, and a mechanized system. Filing and rotary movements were applied (positive and negative compression and rotation). The intervening operators were professionals with and without clinical experience. The analysis of the recorded graphs showed that the pressure exerted by hand instruments increased with age, both in the positive and in the negative pressures while those generated by the mechanized system were constant and very similar in the three age groups. However, there was a significant increase in pressure with rotary motion. **Conclusion:** The forces generated by manual instrumentation are very irregular and increase with age, not only due to dentin hardness but also as a result of anatomical factors. The forces of mechanized origin, on the contrary, are more regular and superior to those produced manually, especially the positive pressures caused by rotary motion. Lack of confidence and of experience observed in some dental practitioners highlights the need for preclinical training.

**KEY WORDS:** dentin hardness, instrumentation, generation of forces, age.

#### **Resumen**

El objetivo del presente trabajo fue determinar la magnitud de las fuerzas producidas por distintos instrumentos de uso endodóntico sobre la superficie dentinaria, como así también, la influencia que en ello tienen la anatomía del conducto y la experiencia del operador. Se empleó un mecanismo de sensores específicos que conectaba la pieza dentaria extraída a un sistema computarizado que receptaba las fuerzas que el instrumento producía cuando era accionado. En la experiencia se utilizaron raíces vestibulares de primeros molares superiores y mesiales de primeros molares inferiores, distribuidos en los siguientes tres grupos según la edad de las piezas: Grupo I de 20/30 años, Grupo II de 40/50 años y Grupo III mayores de 60 años. Los instrumentos utilizados fueron limas convencionales de acero inoxidable, limas flexibles y un sistema mecanizado (fuerzas continuas). Se aplicaron movimientos de limado y rotación (compresión y rotación positiva y negativa). Los operadores actuantes fueron profesionales con y sin experiencia clínica. El análisis de los gráficos registrados, permitió comprobar que la presión producida por los instrumentos manuales mostraba un evidente incremento con la edad, tanto en las positivas como negativas, mientras que las generadas por el sistema mecanizado fueron constantes y muy similares en los tres grupos etarios, aunque hubo un marcado aumento en la presión cuando el movimiento era el de rotación. Se concluye que las fuerzas generadas por la instrumentación manual son muy irregulares y que se incrementan con la edad, no sólo por la dureza dentinaria, sino también por causas anatómicas. Las de origen mecanizado, por el contrario, son más regulares y muy superiores a las que generan las técnica manuales, sobre todo las positivas provocadas por el movimiento rotativo. La inseguridad y la falta de práctica evidenciada en el profesional inexperto, destaca la necesidad de las prácticas pre-clínicas.

**PALABRAS CLAVE:** dureza dentinaria, instrumentación, generación de fuerzas, edad

## Introducción

La preparación quirúrgica de los conductos radiculares es, sin duda, una etapa fundamental en la terapia endodóntica. Tiene por finalidad vaciar, limpiar y desinfectar el conducto radicular, además de conformar un espacio que permita realizar una adecuada obturación, de la manera más tridimensional posible<sup>1-3</sup>.

La instrumentación se inicia con la eliminación del contenido del conducto radicular y concluye cuando adquiere una amplitud necesaria y una forma cónica cuyo vértice está ubicado idealmente a uno o dos milímetros del ápice radicular. Se recomienda tener en cuenta las premisas fundamentales como la anatomía de los conductos radiculares, las técnicas de instrumentación, las características de los instrumentos y la resistencia que la pared dentinaria le ofrece al efecto cortante de los instrumentos. Tiene directa influencia la microdureza dentinaria y su correlación con la edad<sup>4-6</sup>.

La fricción y presión que producen los instrumentos durante la preparación quirúrgica generan fuerzas que son soportadas por la pared dentinaria y por el mismo instrumento. La intensidad de estas fuerzas guarda relación directa con las características del terreno, sobre todo con la amplitud y forma del conducto y con la dureza dentinaria. No obstante, existe otro factor de relevante importancia que está dado por la experiencia que el operador tiene en cuanto al dominio de los movimientos que se imprimen a los instrumentos. El corte y desgaste de los instrumentos pueden producir deformaciones y aun perforaciones en diferentes niveles del conducto radicular<sup>6</sup>.

Este estudio tuvo como propósito determinar la fuerza o presión que los instrumentos manuales y mecanizados ejercen sobre la pared dentinaria en sus movimientos de limado y rotación; y evaluar las fuerzas generadas por parte de distintos operadores: con o sin experiencia clínica.

## Materiales y Métodos

Con el fin de determinar la fuerza o presión que los instrumentos endodónticos ejercen sobre la pared dentinaria durante la preparación quirúrgica de los conductos radiculares, se realizó junto con la colaboración de Técnicos e Ingenieros del

Departamento de Electrónica del Laboratorio de Investigación Aplicada y Desarrollo (L.I.A.D.E.), dependientes de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, y con la colaboración de los Técnicos en Computación del Área de Biología Odontológica (A.B.O.), entidad dependiente de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Un equipo de ingenieros confeccionó un aparato de medición especialmente ideado y diseñado para tal fin. El mismo, conectado a una "Personal Computer" (PC) provista de un programa específico, permitió evaluar el efecto - especialmente referido a la presión- que sobre la pared del conducto producían distintos instrumentos endodónticos (Fig. 1A).

Dicho aparato tiene una platina en la que se ubica la probeta de resina epoxi que lleva incluida la pieza dentaria (Fig. 1B). Tanto la probeta como los instrumentos endodónticos incluidos en la experiencia, están conectados a sensores de presión (Strain Gages) adaptados para determinar las fuerzas aplicadas por el operador. Se empleó una metodología que consistió en medir las deformaciones receptoras por los sensores cuando eran sometidos a presiones externas.

La determinación de la presión ejercida durante los movimientos de limado y rotación, se hizo en base a los ya mencionados sensores, los que, conjuntamente con otros cuatro elementos electrónicos denominados resistores, tenían la propiedad de medir el efecto "compresivo" (movimiento de limado) y de "torsión" (movimiento de rotación) que producen señales las que se interpretan como proporcionales a las fuerzas aplicadas.

El movimiento de limado resulta de la suma de dos movimientos que se le imprime al instrumento: uno denominado de compresión o compresivo y otro subsiguiente, llamado de retiro o de tracción. En esta experiencia, ambos movimientos fueron identificados como de compresión positiva (impulsión) y de compresión negativa (de retiro o tracción) respectivamente. Los movimientos de rotación en sentido horario y anti-horario, se denominaron rotación positiva el primero y rotación negativa el segundo.

La información fue acondicionada debidamente con chips electrónicos denominados Amplificadores Operacionales. Para procesar las

señales se utilizó un micro controlador marca Microchip (modelo 16 C 711), que fue elegido por ser de probada confiabilidad. El chip actúa transformando las señales análogas entrantes en códigos digitales que pudieron ser interpretados por una PC comercial. Se instaló un programa de visualización para poder graficar los datos que fueron expresados en la unidad de fuerza kilogramo por milímetro cuadrado por segundo ( $\text{kg}/\text{mm}^2/\text{seg}$ ). Se utilizó el programa Delphi 3.0 al que se le incorporó un procesador de datos y un programa de diseño gráfico.

Las piezas dentarias “in vitro” o “ex vivo” seleccionadas para este estudio fueron primeros molares con apexogénesis completa divididos en distintos grupos etarios: Grupo I: de 20 a 30 años Grupo II: de 40 a 50 años, Grupo III: más de 60 años.

El trabajo se realizó en 20 conductos mesiales de los molares inferiores y 20 vestibulares de los molares superiores de cada grupo. Se incluyeron en bloques de resina y previamente sus raíces se cubrieron con una capa de pintura para uñas, a los efectos de evitar que la resina penetrara en los conductos a través del foramen principal o de otras foraminas. Por otra parte, en la porción coronaria de los molares se realizó la apertura cameral de cada uno de ellos. (Fig. 1C).

El estudio se realizó con la presencia de dos profesionales odontólogas (una de ellas con más de 15 años de “experiencia” clínica como especialista y la otra con un año de ejercicio en la especialidad), realizaron las distintas prácticas destinadas a evaluar la presión ejercida de distintos instrumentos sobre la pared dentinaria, durante la preparación quirúrgica en conductos radiculares curvos y estrechos de edades conocidas. Se dividió en tres experiencias:

Experiencia A: Se utilizaron limas de acero inoxidable de puntas activas (CC-Cord - United Dental Manufacturers - West Palm Beach - USA) en forma consecutiva hasta un calibre #35 en cada una de las muestras. Se aplicaron movimientos de limado (impulsión o compresión positiva y tracción o compresión negativa) y de rotación (horaria o positiva y antihoraria o negativa).

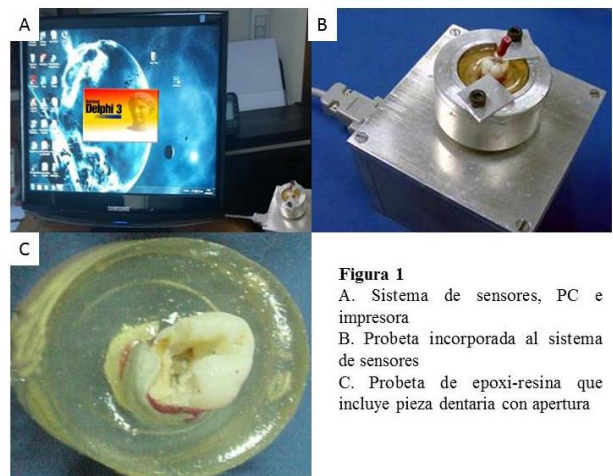
Experiencia B: Se utilizaron limas de acero inoxidable flexibles de punta inactiva (K-File - Dentsply - Mailleffer - Ballaigues - Switzerland) en forma consecutiva hasta un calibre #35 en cada una de las muestras, se aplicaron movimientos de

limado (impulsión o compresión positiva y tracción o compresión negativa) y de rotación (horaria o positiva y antihoraria o negativa).

Experiencia C: Se empleó el Sistema Mecanizado (Dentsply - Mailleffer - Ballaigues - Switzerland). La técnica empleada fue la recomendada por el fabricante, Estos Sistemas trabajan con instrumentos de níquel-titanio y una velocidad que oscila entre 250 y 350 rpm. En este trabajo se utilizó fuerza de rotación continua. Los diseñadores del Sistema aconsejan que el trabajo de los instrumentos sea en sentido coronaradicular, por lo que se la denomina técnica Crown-Down o corono-apical.

La irrigación en todos los casos se hizo con abundante agua destilada a temperatura ambiente.

Lectura e interpretación de los gráficos: Las fuerzas ejercidas o generadas por los instrumentos sobre la pared dentinaria se registraron en forma de gráficos lineales. La misma constaba con un sistema de coordenadas que relacionaba la Unidad de Fuerza expresada en  $\text{kg}/\text{mm}^2$ , el eje vertical y el tiempo expresado en segundos, en el eje horizontal. En el eje vertical se estableció el punto 0, considerado como la división basal que delimitaba, por encima el sector positivo y por debajo el negativo, mientras que dicho punto en el eje horizontal, se ubicó en la unión de ésta con la vertical.



**Figura 1**

- A. Sistema de sensores, PC e impresora
- B. Probeta incorporada al sistema de sensores
- C. Probeta de epoxi-resina que incluye pieza dentaria con apertura

#### Datos de la Muestra:

Las compresiones positivas (movimiento de impulsión) se registraron por encima de la división basal, mientras que las negativas (movimientos de tracción) lo hicieron por debajo de ella, ambas mediante una línea roja. Los movimientos de rotación tanto positiva (sentido horario) como negativa (sentido anti-horario), se graficaron mediante una línea azul.

Para establecer dentro de las distintas experiencias la fuerza o presión ejercida por cada instrumento a analizar, según el movimiento que se le imprimiera, se estableció el punto más elevado respecto a la línea basal, como el de máxima compresión positiva y el más bajo como el de máxima compresión negativa. De la misma manera se procedió para medir los movimientos de rotación horaria y anti horaria, en definitiva movimiento de limado y rotación.

Para determinar la presión ejercida por cada instrumento, sus valores se ubicaron dentro de la siguiente clasificación según la relación:  $\text{kg}/\text{mm}^2/\text{s}$ , para luego distribuirlos en categorías:

Categoría 1: Fuerza comprendida entre 0 y  $0,5 \text{ kg}/\text{mm}^2/\text{s}$

Categoría 2: Fuerza comprendida entre  $0,5$  y  $1 \text{ kg}/\text{mm}^2/\text{s}$

Categoría 3: Fuerza comprendida entre  $1$  y  $1,5 \text{ kg}/\text{mm}^2/\text{s}$

Categoría 4: Fuerza mayor a  $1,5 \text{ kg}/\text{mm}^2/\text{s}$

### Análisis estadísticos

Los datos se analizaron a través del Análisis de Varianza no Paramétrico y las diferencias se consideraron significativas a un  $p < 0,05$ .

### Resultados

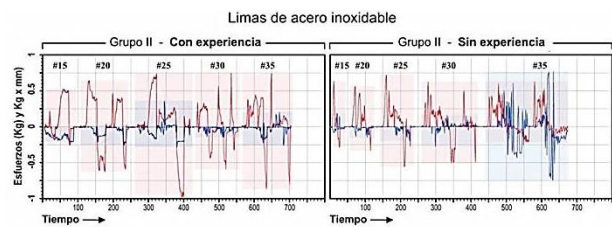
Se estudiaron y compararon todos los gráficos de los tres grupos etarios: (GI, GII y GIII) en las tres Experiencias (A, B y C) con los dos Operadores (con y sin Experiencia Clínica).

A modo de ejemplo se eligió el Grupo II por representar el promedio de los tres grupos etarios.

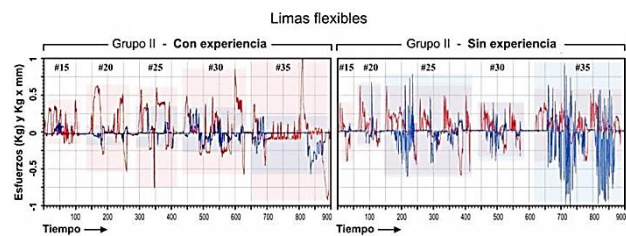
Planillas del Grupo II (Fig. 2 a 4): Operadores con y sin experiencia con limas convencionales, flexibles y Sistema Mecanizado: Movimiento de limado: impulsión (compresión positiva) retiro o tracción (compresión negativa) con respecto a la línea basal- línea roja.

Movimiento de rotación: horaria (positiva) y anti horaria (negativa) con respecto a la línea basal- línea azul.

### Grupo II (40-50 años)



**Figura 2:** Planillas de limas convencionales: Operadores con y sin experiencia durante la acción de movimientos de limado y rotación: fuerzas similares- Categoría 1 y 2. Nótese el trazado uniforme y continuo de las curvas en operador con experiencia al comparar el operador sin experiencia.



**Figura 3:** Planillas de limas flexibles: Operadores con y sin experiencia durante la acción de movimientos de limado y rotación: fuerzas similares- Categoría 2. Nótese el trazado uniforme y continuo de las curvas en operador con experiencia al comparar el operador sin experiencia



**Figura 4:** Planillas de sistema mecanizado: Operadores con y sin experiencia durante la acción de movimientos de limado y rotación: fuerzas similares- Categoría 3-4. Nótese el trazado uniforme y continuo de las curvas de ambos operadores; sin embargo hay movimientos de tracción más marcados en operador sin experiencia.

La acción de limar requiere de dos movimientos: uno de impulsión y otro de tracción. Se los identifica como de compresión positiva cuando el instrumento es introducido en el conducto y de compresión negativa cuando se lo retira.

La compresión positiva (impulsión) producida por *limas convencionales* de acero inoxidable en el Grupo de Jóvenes fue Categoría 1, lo que equivale a una fuerza de 0 a  $0,5 \text{ kg}/\text{mm}^2$ , mientras que en los Grupos de Adultos y de Adultos Mayores la

compresión fue Categoría 2 (de 0,5 a 1 kg/mm<sup>2</sup>). Esto significa que en los Grupos de Adultos y Adultos Mayores, las fuerzas ejercidas por movimiento de impulsión, son mayores que en el de Jóvenes.

La compresión negativa (retiro o tracción) con el mismo instrumento fue Categoría 1 (de 0 a 0,5 kg/mm<sup>2</sup>) tanto en el Grupo de Jóvenes como en el de Adultos, mientras que en el de Adultos Mayores fue Categoría 2 (de 0,5 a 1 kg/mm<sup>2</sup>).

En el movimiento de rotación denominamos rotación positiva a la dirigida en sentido horario y rotación negativa a la anti-horario.

La presión ejercida con *limas convencionales* de acero inoxidable, en la rotación positiva, fue Categoría 1 (fuerza de 0 a 0,50 kg/mm<sup>2</sup>) en los Grupos I y II. Categoría 2 (de 0,5 a 1 kg/mm<sup>2</sup>) en el Grupo III, mientras que la rotación negativa fue Categoría 2 en los tres grupos etarios.

En cuanto a las fuerzas originadas con *limas flexibles* se observó que en los movimientos de impulsión y de tracción, manifestaron una diferencia notable, puesto que ellas estuvieron comprendidas dentro de la Categoría 2 (de 0,5 a 1 kg/mm<sup>2</sup>) para el movimiento de impulsión y de la Categoría 1 (de 0 a 0,5 kg/mm<sup>2</sup>) para el de tracción en todos los Grupos Etarios (I,II y III)

Los instrumentos de *acero flexible o Flex* mostraron aparentemente un mejor desempeño en conductos curvos, una mayor resistencia a la fractura y una buena capacidad de corte. En nuestra experiencia se observó que en el Grupo de Jóvenes la compresión positiva correspondió a la Categoría 1 (de 0 a 0,5 Kg /mm<sup>2</sup>) mientras que la negativa a la 2 (de 0,5 a 1 Kg / mm<sup>2</sup>). En los Grupos de Adultos y Adultos Mayores la compresión positiva y negativa correspondieron a la Categoría 2 (de 0,5 a 1 Kg /mm<sup>2</sup>).

Tanto los movimientos de rotación positiva como negativa, produjeron fuerzas que se ubicaron dentro de la Categoría 1 (de 0 a 0,5 kg/mm<sup>2</sup>) y Categoría 2 (de 0,5 a 1 kg/mm<sup>2</sup>) en los tres grupos etarios estudiados.

Los resultados que obtuvimos con el Sistema Mecanizado difieren de los logrados con las técnicas manuales practicadas con instrumentos de acero, sean convencionales o flexibles. Basta observar los gráficos resultantes para detectar las desigualdades, ya que en las curvas del sistema mecanizado, a diferencia de los anteriores, resalta la uniformidad y limpieza de los trazados.

El Sistema Mecanizado utilizado, se caracteriza por trabajar esencialmente por movimiento de rotación en sentido horario (rotación positiva), tanto cuando el instrumento sea introducido en el conducto (presión positiva) como cuando se lo retira (presión negativa).

La rotación positiva necesitó fuerzas que promediadas estuvieron muy por encima de las producidas por los instrumentos convencionales y flexibles, ya que estuvieron comprendidas dentro de las categorías 3 y 4 (de 1 a 1,5 kg/mm<sup>2</sup> y más de 1,5 kg/mm<sup>2</sup> respectivamente) en todos los grupos etarios estudiados.

Cuando se prepara un conducto con endodoncia mecanizada hay que tener en cuenta que la velocidad es alta y constante (250-350 rpm). La uniformidad en el trazado de los gráficos probablemente se deba a que no hay presión manual; lo genera el mismo aparato. Por otra parte, si tenemos en cuenta la cibernética de los instrumentos, veremos que existe una importante diferencia, ya que los de uso manual, a diferencia de los utilizados por los mecanismos rotatorios, son accionados con lentitud, con intervalos irregulares y con fuerzas muy variadas e inconstantes. Además, dependen de la experiencia del operador, lo que se traduce con claridad en los gráficos correspondientes.

Todos los resultados fueron analizados, comparados y podemos afirmar que los promedios son similares tanto en conductos mesiales de molares inferiores como vestibulares de superiores, posiblemente porque los conductos de ambos molares presentan características anatómicas muy similares, factor fundamental que condiciona la preparación biomecánica de los conductos radiculares.

Las fuerzas producidas por estos instrumentos de uso mecanizado, tanto en el movimiento horario y anti horario, fueron, según nuestras observaciones, prácticamente el doble -y aun el triple- de las demandadas o generadas por los instrumentos manuales.

Con respecto a los Operadores Profesionales con y sin experiencia es de destacar que hay una diferencia marcada en la fuerza realizada con los instrumentos manuales convencionales y flexibles, como así también en la uniformidad y estabilidad del movimiento realizado. Se puede observar en los gráficos que las curvas de los movimientos de limado (impulsión y retiro) como en los de



rotación (horario y anti horario) la fuerza que realiza el profesional con experiencia es más estable y como así también su trazo es más seguro. En cambio en el operador sin experiencia, si bien la fuerza de medición es similar, las curvas son muy inestables y con marcada dificultad en el movimiento de retiro del instrumento.

La intensidad de las fuerzas está en directa relación con las características del terreno, sobretodo amplitud y forma del conducto, sin embargo existe otro factor de relevante importancia que es la experiencia del operador, en cuanto al dominio de los movimientos que imprime a los instrumentos endodónticos.

## Discusión

Weine<sup>1</sup> considera como premisas fundamentales para instrumentar en forma adecuada los conductos radiculares: un profundo conocimiento de su anatomía radicular, de los distintos instrumentos de uso endodóntico y de las técnicas de instrumentación a seleccionar. Muchos autores<sup>2-8</sup> consideran de mayor importancia el conocimiento de la anatomía endodóntica en general y del diente a tratar en particular. Además, Buchanan<sup>9</sup> quien describe los principios fundamentales para una preparación quirúrgica adecuada enfatiza tres principios, los cuales son no dañar, limpiar por completo el sistema de conductos radiculares, crear una forma lo más cónica posible y conservar el orificio apical pequeño y en su posición original.

El primero es “no dañar”, que coincide con uno de los principios hipocráticos fundamentales, por lo tanto, el primer principio propuesto por este autor consistiría en evitar, durante la preparación del conducto, todo tipo accidentes o errores que alteren la forma del conducto (stripping), en especial los distintos tipos de traslaciones que ocurran dentro del conducto a nivel del foramen (Zip), los escalones, perforaciones, adelgazamiento de la pared dentinaria, bloqueo de la luz del conducto o fracturas de instrumentos.

El segundo principio se refiere a la completa limpieza del sistema de conductos radiculares; no sólo con la instrumentación del conducto radicular sino dándole importancia a la irrigación del mismo.

El tercer principio recomienda crear en el conducto, una forma lo más cónica posible. Al

igual que en el principio anterior, ello no siempre se logra. La exagerada amplitud de los conductos y la irregularidad en sus formas, no siempre lo permiten.

Varios autores sostienen que las posibilidades de obtener en el conducto una forma cónica durante la instrumentación, depende de sus características anatómicas. Si son amplios, rectos y de sección cercana a la circular, en general no hay demasiadas dificultades, ya que la propia morfología hace que las paredes sean divergentes hacia la corona, brindándole una adecuada resistencia y retención.

El último principio se refiere a la permanencia del foramen apical sin modificaciones. Ello depende de distintos factores; el primero y fundamental es la obtención y mantenimiento de la medida de trabajo durante toda la intervención. Le sigue en importancia la adecuada elección de la técnica quirúrgica y de los instrumentos, que permitan una preparación apical cónica, sin deformaciones y con un “stop” bien definido y correctamente ubicado.

Cohen et al.<sup>2</sup> nos recuerdan que la porción apical es una zona impredecible ya que por lo general, no se la puede visualizar con nitidez en las radiografías. A estas limitaciones se suma el hecho de que es la parte más compleja del conducto. En ella se presenta la mayor cantidad de curvaturas y es donde hay más posibilidades de producir daño, comparado con la porción restante del conducto.

El endodoncista debería intensificar su conocimiento y considerar más el aspecto anatómico para luego traspolar esto a la clínica. Aplicarlos en la interpretación de la imagen radiográfica, en la exploración endodóntica y en la percepción táctil. Todo ello permitirá obtener una valoración anatómica en los tres sentidos del espacio (concepto de tridimensionalidad).

Respecto a los instrumentos destinados a la preparación de los conductos radiculares, reflexionamos como muy beneficiosas las modificaciones que en las últimas décadas se introdujeron en el diseño<sup>10</sup>, sobre todo en la forma de su sección transversal, en su punta, en la conicidad y en las aleaciones metálicas<sup>11-13</sup>.

La punta del instrumento es la parte más agresiva y la causante de la mayor parte de los accidentes endodónticos. Esto es producto de la transición entre ella y la parte activa, forman un ángulo muy filoso que puede provocar graves alteraciones en la pared dentinaria. Otros autores<sup>14-17</sup> le eliminaron esos filos y la punta adquirió una forma cónica con

el aspecto romo de una bala, lo que trajo aparejado una notable reducción en la formación de escalones y perforaciones, ya que actúa como una guía para el desplazamiento del instrumento.

Según varios autores<sup>8,12,14-17</sup> el movimiento de limado puede producir deformaciones en las paredes del conducto. Es por eso que Gani et al.<sup>6</sup> aconseja evitar el movimiento de limado a nivel apical, para ser reemplazado por el de rotación o escariado ya que deja en el conducto un contorno netamente circular.

A pesar de estos cambios, los instrumentos de acero inoxidable mantenían algunos de sus efectos indeseables. Fue entonces que aparecieron en el comercio los instrumentos de acero flexible<sup>18</sup>, identificados como Flex ó o simplemente como Flexibles, y que según experiencias de Glosson et al.<sup>19</sup> y Samyn et al.<sup>20</sup>, tienen un mejor desempeño en conductos curvos, una mayor resistencia a la fractura y una buena capacidad de corte, produciendo menos efectos negativos durante la instrumentación.

Otras investigaciones<sup>21-25</sup> señalan que la aleación Ni-Ti le da al instrumento mayor flexibilidad, le permite aumentar la capacidad de corte y disminuye las deformaciones en el conducto<sup>26-29</sup>.

Dos investigadores<sup>1,17</sup> difundieron ampliamente la técnica de instrumentación seriada, que por el trabajo de los instrumentos se la denominó "técnica step-back". Se la recomienda fundamentalmente para instrumentar conductos curvos, utilizando limas de reducido calibre, flexibles y de extremo inactivo, a los efectos de disminuir las posibilidades de vencer la resistencia dentinaria, dando como resultado menor traslación o deformación del conducto a nivel apical.

Tanto el corte como el desgaste de este tejido, como las posibles deformaciones y aún perforaciones que se produzcan en los conductos, dependen -en gran medida- de la resistencia que la pared dentinaria ofrezca a los instrumentos, y a su vez, a las características que éstos tengan y a la fuerza que se le imprima para producir el corte. Por lo tanto, no podemos hablar de estos puntos si no conocemos la resistencia que la dentina está en condiciones de ofrecer frente a la presión que genera el instrumento, más aun después de haber comprobado las variantes que presenta la microdureza según la zona del espesor dentinario, el nivel o sector de la raíz y la edad<sup>30-32</sup>.

Finalmente, coincidimos con McGuigan et al.<sup>33</sup>

quien ha demostrado que la habilidad del operador, las modificaciones del fabricante de los instrumentos endodónticos y la limitación de la reutilización de los mismos son importantes para reducir la incidencia de la fractura de los instrumentos, lo que indica la importancia de una estrategia de la prevención, es decir que la práctica pre-clínica por parte de los operadores es imprescindible.

Por lo expuesto, pareciera que ninguno de los de instrumentos y técnicas de uso endodóntico por sí solos, presentan características "ideales" para cualquier situación clínica, de manera tal, que en el momento de elegir, habrá que analizar en primer lugar, las características anatómicas del conducto a tratar, la edad y el posible grado de mineralización dentinaria que presente el conducto, especialmente si es curvo, en su sector más vulnerable que es el del tercio apical, y luego, de acuerdo a ello, seleccionar el o los instrumentos, la o las técnicas a utilizar, sin olvidar otros factores muy importantes como son el conocimiento y la habilidad o limitaciones que el operador posea.

## Conclusiones

- Las fuerzas y presiones producidas por los instrumentos manuales mostraron una evidente tendencia a aumentar con la edad.
- La edad, por el contrario, no influiría en el sistema mecanizado, ya que las fuerzas por él generadas fueron constantes y muy similares en los tres grupos etarios. Por otro parte fueron muy superiores a las que generan las técnica manuales, sobre todo las positivas provocadas por el movimiento de rotación.
- El incremento de la dureza dentinaria como producto de la maduración y envejecimiento de los tejidos, influye, sin duda, en el trabajo de los instrumentos. No obstante, es evidente que las dificultades que éstos encuentran en su accionar, también se deben al aspecto anatómico del conducto, principal condicionante de la instrumentación endodóntica.
- La inseguridad y la falta de práctica observada en los gráficos registrados por el trabajo del profesional inexperto, evidencia la necesidad de la formación pre-clínica antes de incursionar en la clínica.

### Agradecimientos

A la Facultad de Odontología que me permitió utilizar sus recursos tecnológicos y humanos para la realización de este trabajo.

Al Prof. Dr. Omar Gani: Director de mi Tesis doctoral: Estudio de la Microdureza Dentinaria en los Niveles Apical y Medio de la Raíz y su correlación con la Instrumentación Endodóntica.

Ing. Luis Croharé gran colaborador de diseños de gráficos y métodos estadísticos

*Todos los autores declaran que no existen conflictos potenciales de interés con respecto a la autoría y / o publicación de este artículo.*

*All authors declare no potential conflicts of interest with respect to the authorship and/or publication of this article*

### Referencias

- Weine FS: Método del tratamiento intra conducto, principios básicos y avanzados. En: Tratamiento Endodóntico. 5ª. ed. Harcourt Brace, Madrid, 1997, pp. 305-393.
- Buchanan, LS: Limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares. En: Endodoncia: los caminos de la pulpa. Ed. Cohen S & Burns RC. 5ª. ed. Médica Panamericana, Bogotá, 1995, pp.219-255.
- Stock CJ, Gulabivala K, Walker RT, Goodman JR : Preparación el conducto radicular. En: Atlas en color y texto de Endodoncia. 2ª. ed. Mosby-Doyma, Madrid, España, 1995, pp. 97-144.
- Walton RE, Rivera EM: Limpieza y preparación de la forma final. En: Endodoncia: principios y práctica clínica. Eds. Walton RE, Torabinejad M 2ª.ed. McGraw-Hill Interamericana, México, 1997, pp.215-250.
- Haikel Y, Allemann C. Effectiveness of four methods for preparing root canals: A scanning electron microscopic evaluation. J Endod 1988; 14:340-345.
- Gani O. Efecto del uso de limas y escariadores en la preparación quirúrgica estandarizada en conductos radiculares de pacientes jóvenes. Rev Asoc Odontol Argent 1994; 82: 266-273.
- Willey WL, Senia S. A new root canal instrument and instrumentation technique: A preliminary report. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1989; 67:198-207.
- Ingle JI, Mullaney TA, Grandich RA, Taintor JF, Fahid A. Preparación de la cavidad endodóntica. En: Endodoncia. Ed. Ingle JI & Taintor JF. 3ª. ed. Nueva Editorial Interamericana, México, 1988, pp. 106-229.
- Buchanan LS. Innovations in endodontics instruments and techniques: how they simplify treatment. Dent Today 2002; 21:52-61.
- Marsico EM, Rao Genovese F. Profile orifice shapers. A valid instrument also for the root canal preparation of short teeth. Proposal for a series modification. Minerva Stomatol 2002; 51:443-59.
- Ruddle CJ. Current concept for preparing the root canal system. Dent Today 2001; 20:800-2.
- Schafer E. Effect of physical vapor deposition on cutting efficiency of nickel-titanium files. J Endod 2002; 28:800-2.
- Marega G, Carvajal M, Mutal L, Gani O. Nuevo instrumental endodóntico para la preparación de conductos curvos. Claves Odontol 1998; 5 (29) : 7-10.
- Schafer E. Root canal instruments for manual use: a review. Endod Dent Traumatol 1997; 13: 51-64.
- Kuttler Y. Microscopic investigation of root apices. J Am Dent Assoc 1955; 50: 544-552.
- Sabala CL, Roane JB, Southard LZ. Instrumentation of curved canals using a modified tipped instrument: a comparison study. J Endod 1988; 14:59-64.
- Roane JB, Sabala CL, Ducanson MG. Balanced force concept for instrumentation of curved canals. J Endod 1985; 11:203-211.
- Calhoun G, Montgomery S. The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. J Endod 1988;14: 273-277.
- Glosson CH, Haller R, Brent S, del Rio C. A comparison of root canal preparation using Ni Ti hand, Ni Ti engine driven and K flex endodontics instruments. J Endod 1995; 21:146-151.
- Samyn J, Nicholls J, Steiner J. Comparison of stainless steel and nickel titanium instruments in molar root canal preparation. J Endod 1996; 22:177-181.
- Gani O, Rodrigo S. "Step-back": Shape or deformity of the canal? (Abstract) J Dent Res 1992; 71:966.
- Shafer E, Tepel J, Hoppe W. Proprieties of endodontics hands instruments used in rotary motion. J Endod 1995; 21: 493-497.
- Hankins P, Eldeeb M. An evaluation of canal master, balanced force and step-back techniques. J Endod 1996; 22: 123-130.
- Goerig AC, Michelich RJ, Schultz HH. Instrumentation of root canals in molars using the step-down technique. J Endod 1982; 8: 550-554.
- Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. Oral Surg 1977; 44: 306-312.
- Plotino G, Grande NM, Cordaro M, Testarelli L, Gambarini G. A review of cyclic fatigue testing of nickel-titanium rotary instruments. J Endod. 2009 Nov; 35(11): 1469-76.
- Elnaghy AM, Al-Dharrab AA, Abbas HM, Elsaka SE. Evaluation of root canal transportation, centering ratio, and



- remaining dentin thickness of trushape and Protaper Next systems in curved root canals using micro-computed tomography. Quintessence Int. 2017; 48(1): 27-32.
28. Park HJ, Seo MS, Moon YM,. Root canal volumen change and trasportation by Vortex Blue, Protaper Next,and Protaper Universal in curved root Canals. Rest Dent Endod. 2017 Dec 24;43(1): e3.
  29. Caspar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas ET. Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root Canals. J Endod. 2014. Jun; 40(6): 852-6.
  30. Gioino,G. Estudio de la Microdureza dentinaria en los niveles apical y medio de la raíz y su correlación con la instrumentación endodóntica(Tesis Doctoral) U.N.C. 2004.
  31. Visvisian, MC. Contribución al estudio de los cambios producidos por la edad en la topografía de los conductos radiculares del primer molar superior [Tesis Doctoral]. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 1991.
  32. Gani O, Visvisián C, Rodrigo S, David O. Anatomía radiográfica de los conductos radiculares del primer molar inferior con especial referencia a sus curvaturas. Rev Esp Endod 1993; 11: 64-73.
  33. McGuigan MB, Louca C, Duncan HF. Fractura del instrumento endodóntico: causas y prevención.Br DentJ 2013 Abr; 214(7): 341-8.

*Corresponding to/Correspondencia a:*

*Dr. Gabriela Gioino*

*Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Odontología,*

*Departamento de Rehabilitación Bucal*

*E-mail/Correo electrónico: gabrielagioino@yahoo.com.ar*