

# Estudio comparativo de severidad de enfermedad periodontal en pacientes diabéticos controlados versus no controlados del centro de Salud Urbano Popular, 2006

Rosendo Carrasco Gutiérrez\*  
 Concepción Castro Bernal\*\*  
 Gloria Lezama Flores\*\*\*  
 Esther Vaillard Jiménez\*\*\*\*  
 Miralis Julia Fernández Pratt\*\*\*\*\*

**Keyword:** Diabetes Mellitus, periodontal disease  
**Descriptor:** Diabetes Mellitus, enfermedad periodontal

\*Profesor investigador, FEBUAP  
 \*\*Profesora investigadora, FEBUAP  
 \*\*\*Profesora investigadora, FEBUAP  
 \*\*\*\*Profesora investigadora, Coordinadora de la maestría en Estomatología Pediátrica, FEBUAP  
 \*\*\*\*\*Especialista de segundo grado en Organización y Administración de Salud. Jefa del departamento de Salud de la Facultad de Estomatología de la Habana, Cuba

## Resumen

Las personas diabéticas son más propensas a padecer enfermedad periodontal que las no diabéticas, porque son más susceptibles a las infecciones. De hecho la enfermedad periodontal se considera la sexta complicación de la diabetes. Las personas no controladas tienen un riesgo mayor a padecerla en comparación de los diabéticos que están en control.

## Introducción

La diabetes mellitus es considerada un problema de salud pública mundial, pues hay un estimado de 190 millones de diabéticos en el mundo, de ellos 13 millones en Latinoamérica, representa la tercera causa de mortalidad general en México. En la actualidad la diabetes mellitus es considerada la pandemia del siglo XXI.<sup>1,2</sup>

Esta afección metabólica está caracterizada por una función alterada o disminuida de las células beta de los islotes del Langerhans del páncreas, clínicamente caracterizada por el aumento de la glucosa en sangre (glicemia) y en la orina (glucosuria), aumento de la cantidad de orina (poliuria), sed (polidipsia), hambre (poliagia); además en las personas con la enfermedad no controlada se incrementa la tendencia a las infecciones.<sup>8</sup>

Los diabéticos tienen un mayor riesgo de desarrollar afecciones estomatológicas que la población general y entre estas, la enfermedad periodontal es la más frecuente. Esta complicación, cuando ocurre en el diabético, es más severa y puede llevar a una mayor pérdida de dientes. (Mealey BL, 2000)

A nivel de los tejidos periodontales, el problema fundamental que se presenta es la disminución de los mecanismos de defensa de las estructuras tisulares, y con ello se incrementa la susceptibilidad a las infecciones, lo que trae como consecuencia el progreso de la enfermedad periodontal ya existente con características más destructivas, es decir una mayor severidad de la enfermedad. También es más frecuente la presencia de abscesos periodontales.<sup>6,7</sup>

El control de la diabetes, por medio de hipoglucemiantes, el ejercicio y una dieta hipocalórica, es el

● Carrasco, G.R., Castro, B.C., Lezama, F.G., Vaillard, J.E., Fernández, P.M.J. Estudio comparativo de severidad de enfermedad periodontal en pacientes diabéticos controlados versus no controlados del Centro de Salud Urbano Popular, 2006. *Oral Año 9. Núm. 27. Otoño 2007.* 416-418

## abstract

People with diabetes are more likely to have periodontal disease than people without diabetes, probably because diabetics are more susceptible to contracting infections. In fact, periodontal disease is often considered the sixth complication of diabetes. Those people who don't have their diabetes under control are especially at risk, than well-controlled diabetics are.

mejor método preventivo y con ello evitar las complicaciones bucodentales, mucho más frecuentes en esta población que en el resto, como referíamos anteriormente. Así mismo las enfermedades bucodentales, principalmente las periodontales pueden provocar otras afecciones en los pacientes diabéticos además de incrementar los niveles de glicemia de ahí que el cuidado de la cavidad bucal cobre una particular importancia para estos pacientes.

## Material y métodos

Se realizó un estudio transversal, comparativo, nuestro universo de estudio estuvo constituido por 120 pacientes diabéticos, 60 controlados en la clínica del Centro de Salud Urbano Popular, y 60 pacientes no controlados.

Los pacientes controlados se presentan a consulta el primer jueves de cada mes, para ser monitoreados de su glicemia y presión arterial, perímetro abdominal, cifras de colesterol revisión de extremidades inferiores, además de ser capacitados, motivados a modificar su dieta, a hacer ejercicio y ser vigilados de su salud oral en el servicio de Estomatología.

Al respecto de los pacientes no controlados, se seleccionó en forma aleatoria simple, sistematizada a

60 pacientes que asistieron a consulta médica y dental.

A los dos grupos de pacientes se les aplicó una encuesta para determinar factores de riesgo importantes en el desarrollo de complicaciones bucodentales y asociados a la severidad de la enfermedad periodontal. Se obtuvo el diagnóstico del estado periodontal, utilizando para éste el índice periodontal comunitario (IPC).

Una vez encuestados todos los pacientes se procedió a evaluar individualmente las encuestas de acuerdo con la puntuación dada a cada pregunta. Se clasificaron de la forma siguiente basándonos en escala de Lickert.

Los pacientes edéntulos fueron excluidos de la investigación, así como también aquellos pacientes que tuvieran algún impedimento que no pudieran responder las preguntas del cuestionario.

*Técnicas de recolección, procesamiento y análisis de la información:*

- a) Primarias: Observación, encuestas y cuestionario.
- b) Secundarias: Expedientes clínicos, radiografías, estudios de gabinete.

Se confeccionó una base de datos en Excel con los datos obtenidos de las encuestas: se empleó el paquete estadístico stat para el análisis.

### Resultados

El Promedio de edad en pacientes controlados fue de 54.85 años + 1.932, la de los no controlados fue de 55.93 años ± 1.945. La glicemia en controlados fue de 160.8 mg/dL, en los no controlados 219.7. mg/dL.

En el análisis de la distribución de grupos etéreos, se observó que el grupo de 60 y más años es donde se encontró la mayor frecuencia en ambos grupos y que no existe diferencia significativa.

Tabla 1  
Distribución por edades según grupos

Grupo de edad	Diabéticos controlados		Diabéticos no controlados	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
<de 30	5	8.6	2	3.3
30-39	5	8.6	6	10.0
40-49	10	17.4	7	11.6
50-59	15	26.0	19	31.7
60>	24	39.4	26	43.4
	60	100	60	100

Fuente: Encuesta Carrasco Guitérrez R., Castro Bernal C., Lezama Flores G., Vaillard Jiménez E., Fernandez Pratt M.

La distribución por sexo, nos demuestra una franca predisposición por el sexo femenino, ya que en el grupo de pacientes controlados representó el 78%, con una razón de 3.6 a 1 mayor aunque en el grupo de no controlados con un 61.7%, en donde la razón es de 1.6 a 1.

Tabla 2  
Por sexo según grupos 2 distribución

Sexo	Diabéticos controlados		Diabéticos no controlados	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Masculino	13	21.6	23	38.3
Femenino	47	78.4	37	61.7
	60	100	60	100

Fuente: Encuesta Carrasco Guitérrez R., Castro Bernal C., Lezama Flores G., Vaillard Jiménez E., Fernandez Pratt M.

Para determinar la asociación de Diabetes/periodontitis se empleo la prueba ODDS que nos dio como resultado 2.75, lo que quiere decir que los pacientes diabéticos no controlados, tenían tres veces más la posibilidad de presentar periodontitis severa. Se realizó la prueba Xi<sup>2</sup>, siendo el resultado de 3.846 1gl. P<0.05.

Tabla 3  
Probabilidad de padecer la enfermedad periodontal siendo el control de factor de riesgo

Factor de riesgo	Enfermedad periodontal		
	Severa	Leve y moderada	Total
Presente (no control)	27	33	60
Ausente (control)	15	45	60
	42	78	120

Fuente: Encuesta Carrasco Guitérrez R., Castro Bernal C., Lezama Flores G., Vaillard Jiménez E., Fernandez Pratt M.

El paciente controlado es ligeramente más conciente de la importancia de la higiene bucal, no obstante la mayor frecuencia en ambos grupos realiza su aseo bucal solo una vez en promedio.

Tabla 4  
De frecuencia de higiene bucal

Frecuencia	Controlados		No controlados	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Casi nunca	5	8.33	13	21.7
1 vez	27	45.00	32	53.4
2 veces	16	26.67	9	14.6
3 veces	12	20.00	6	10.3
	60	100	60	100

Fuente: Encuesta Carrasco Guitérrez R., Castro Bernal C., Lezama Flores G., Vaillard Jiménez E., Fernandez Pratt M.

Se observó la severidad de la enfermedad periodontal en cada uno de los grupos de estudio en donde existen diferencias significativas, ya que la mayor frecuencia en los no controlados se observa en el grupo de enferme-

dad leve con un 65%, en contraste, en los no controlados la mayor frecuencia se observa en el grupo de enfermedad periodontal severa con el 45%.

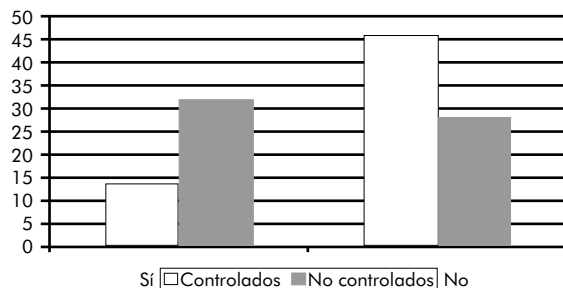
Tabla 5  
De severidad de enfermedad periodontal

Enf. Per	Controlados		No controlados	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Leve	39	65	11	18.33
Moderada	6	10	22	36.66
Severa	15	25	27	45.00
	60	100	60	100

Fuente: Encuesta Carrasco Guitérrez R., Castro Bernal C., Lezama Flores G., Vaillard Jiménez E., Fernandez Pratt M.

A cada uno de los pacientes se les aplicó una encuesta en la cual se les cuestionaba si sabía de los problemas bucodentales que se presentan generalmente en la diabetes mellitus y de la calidad de vida que estas conllevan, observamos que el 76% de los pacientes no controlados ignoraban esta asociación. En comparación los pacientes controlados manifiestan un mayor conocimiento y responsabilidad en lo que respecta a la asociación de ambas enfermedades y los cuidados que esto representa. (Gráfico 1)

Gráfico 1  
Gráfico comparativo de nivel de conocimientos



Fuente: Encuesta Carrasco Guitérrez R., Castro Bernal C., Lezama Flores G., Vaillard Jiménez E., Fernandez Pratt M.

#### Bibliografía

- 1.-Encuesta Nacional de Salud 2000, CENAVE. Secretaria de Salud. México.
- 2.-Wild, S., et al. Gloval prevalence of diabetes. Estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care* 2004, 27 (5): 1047-53.
- 3.-Velazquez, Monroy O. Et. Al Arch. Cardiol Mex. Encuesta Nacional de Salud. México 2000. 2003; 73: 62-77.
- 4.-Carranza, F.A.-Michael., G., Newman. *Periodontología Clínica*. Ed. Interamericana. Octava Edición. 1997.
- 5.-Genco -Goldman -Cohen. *Periodoncia*. Tomo I. Ed. Interamericana McGraw-Hill. 1999. México.
- 6.-Barcellos, I.F., et al. Conducta odontológica en pacientes diabéticos. *RBO* 2000; 57 (6) 407-10.
- 7.-Rodríguez Calzadilla, A. Atención primaria en Estomatología, su articulación con el médico de la familia. *Rev Cubana Estomatol* 1997;35(1).
- 8.-Fowler, E.B., Breault, L.G. Periodontal disease and its association with systemic disease. *Mil Med* 2001; 166(1):85-9.
- 9.-Santana, D. et al. Manifestaciones orales en pacientes diabéticos descompensados. *RBO* 2002; 50 (1):43-9.
- 10.-Morris, A.J., Steele, J. The oral cleanliness and periodontal health of UK. Adults in 1998. *Br Dent J* 2001; 191(4):186-92.
- 11.-Teng, Y.T., Taylor, G.W. Periodontal health and systemic disorders. *J Can Dent Assoc* 2002;68(3):188-92.
- 12.-Rodríguez de Almeida, R., Almeida, P. Etiología das más ocluso-es: causas hereditárias e congênitas, adquiridas gerais, locais e proximais (hábitos bucais). *Rev Dent Press Ortodont Ortop Fadal* 2000;5(6):107-29.
- 13.-Sabino, Prates N, Borges de Araujo, Magnani. M.B. Respiração bucal e problemas ortodónticos. Relação causa efeito. *Rev Paul Odontol* 1997;19(4):14-6, 18-9.
- 14.-Lacopino, A.M. Periodontitis and diabetes interrelationships: role of inflammation. *Ann Periodontol* 2001;6(1):125-37.
- 15.-Seskonie, W.A., Klinger, A. The relationship between periodontal diseases and diabetes: an overview. *Ann Periodontol* 2001;6(1):91-8.
- 16.-Mealey, B.L. Diabetes and periodontal disease: two sides of a coin. *Compend Contin Educ Dent* 2000;21(11):943-6, 948, 950.
- 17.-Matthews, D.C. The relationship between diabetes and periodontal disease. *J Can Dent Assoc* 2002;68(3):161-4.

# Estudio comparativo de la filtración a nivel del tercio cervical utilizando MTA, cemento Portland y fosfato de zinc como selladores

C.D. Ghissela Rivera Mijica\*  
Dr. Salvador Arróniz Padilla\*\*  
Dr. Eduardo Llamosas Hernández\*\*\*

\*Egresada de la especialización en Endoperiodontología, FES Iztacala  
\*\*Profesor de la especialización en Endoperiodontología, FES Iztacala  
\*\*\*Profesor de la especialización en Endoperiodontología, FES Iztacala

**Keyword:** MTA, Portland cement, zinc phosphate, cervical sealed

**Descriptor:** MTA, Cemento Portland, fosfato de zinc, sellado cervical

## Resumen

El MTA es usado ampliamente por cumplir criterios esenciales como sellar defectos radiculares. Investigaciones establecen que el cemento Portland, tiene componentes similares al MTA excepto por el óxido de bismuto. El fosfato de zinc no tiene las características de los anteriores.

El propósito de este trabajo fue determinar la capacidad de sellado del MTA, fosfato de zinc y Portland usados en el sellado cervical de dientes tratados endodónticamente, mediante la filtración de azul de metileno. Para este estudio se seleccionaron 150 conductos de dientes, dividiéndose en cinco grupos. A los grupos 1, 2, 3 se les realizó el tratamiento de conductos y se dejó libre los últimos 3 mm para sellarlos con los cementos en estudio, el cuarto grupo únicamente se obturó. Los dientes fueron sumergidos en azul de metileno durante 2 y 7 días. Se midió la filtración a través de la obturación hacia el conducto en milímetros con microscopio óptico. El grupo cinco fue el control positivo.

Los resultados no mostraron diferencia significativa entre MTA y Portland en ambos periodos, por lo tanto estos cementos proporcionan sellado adecuado y el fosfato de zinc no es confiable para el sellado de los conductos.

## Introducción

El fosfato de zinc es ampliamente usado desde hace muchos años por los dentistas debido a su bajo costo y fácil manejo pero se ha demostrado que este cemento es incapaz de producir sellado hermético<sup>1</sup> de los conductos radiculares tratados endodónticamente; el uso del MTA en diferentes tratamientos esta siendo reportado con gran éxito debido a las características que posee este material, sin embargo las últimas investigaciones demuestran que el cemento Portland en reemplazo del MTA sería una buena alternativa debido a sus similares características.<sup>2</sup>

El MTA es el Trióxido Mineral Agregado, fue desarrollado y reportado por primera vez en 1993 por Torabinejad y col. Además de ser un cemento con un alto grado de biocompatibilidad, fragua en ambiente húmedo y tiene baja solubilidad. El MTA es un polvo que consiste en partículas hidrofílicas que endurece en presencia de humedad.<sup>3</sup>

El MTA es un material que ha sido usado alrededor de todo el mundo, con muchas aplicaciones clínicas tales como, barreras apicales en dientes con ápices inmaduros, reparación de perforaciones radiculares, en obturaciones retrógradas y en recubrimiento pulpar directo. Además puede ser el único que consistentemente permite regeneración del ligamento periodon-

- Rivera, M.G., Arróniz, P.S., Llamosas, H.E. Estudio comparativo de la filtración a nivel del tercio cervical utilizando MTA, cemento Portland y fosfato de zinc como selladores. Oral Año 9. Núm. 27. Invierno 2007. 419-425

## abstract

The MTA is used widely to fulfill essential criteria like sealing to defects in the roots. Investigations establish that the Portland cement, has components similar to the MTA except by bismuth oxide. The zinc phosphate does not have the characteristics of the previous ones.

The propose this work was to determine the sealed capacity of of the MTA, used zinc phosphate and Portland in the cervical sealed one of treated teeth endodontically, by means of the filtration of blue of methylene. For this study 150 canals of teeth, dividing in 5 groups were selected. To groups 1, 2, 3 the treatment of canals was made to them and frees last 3 mm to seal them with cements in study, the fourth group was obturated only. The teeth were submerged in blue of methylene during 2 and 7 days. The filtration through the clogging was moderate towards the canals in millimeters with optical microscope. Group 5 was the positive control.

The results did not show significant difference between MTA and Portland in both periods, therefore these cements provide good sealed and the zinc phosphate is not reliable for the sealed one of the canals.

tal, aposición de tejido parecido al cemento y formación ósea.<sup>4</sup>

Las principales propiedades de este material son que en contacto con el agua forma un gel coloidal que se solidifica, formando una estructura rígida en un intervalo de 3 a 4 horas.<sup>3</sup> Su pH altamente alcalino inicial es de 10.2 y se eleva a 12.5 a las tres horas permaneciendo constante, lo cual torna un medio inhóspito para el crecimiento bacteriano, manteniendo su potencial antibacteriano por un largo período. No presenta señales significantes de solubilidad en contacto con la humedad, garantizando un excelente cierre marginal.<sup>5</sup>

En cuanto a la protección contra la filtración bacteriana Torabinejad encontró que el MTA no mostró filtración durante el período experimental (90 días). La capacidad selladora del MTA es probablemente debida a su naturaleza hidrofílica y su poca expansión cuando endurece en un ambiente húmedo.<sup>6</sup>

Bates determinó el tiempo necesario para la penetración de la bacteria *Serratia marcescens* en diferentes materiales de obturación retrógrada. Encontrando que el MTA filtra menos rápido que el Super-EBA, este último se comportó mejor que el IRM y la amalgama fue la que presentó mayor filtración en menor tiempo.<sup>7</sup>

Yatsushiro evaluó la microfiltración del MTA y amalgama en dientes con obturación retrógrada con el método de filtración de fluidos por un período de 24 semanas, encontró que la amalgama produce mayores niveles de filtración.<sup>8</sup>

El MTA al ser utilizado como material fungicida resultó ser eficaz según el estudio realizado por Saad y col, en el 2003 en donde observaron que tuvo actividad para eliminar al *Candida albicans* al contacto directo de 1 día.<sup>9</sup>

El MTA posee una buena capacidad de adhesión a las paredes dentinarias. Puede ser indicado inclusive para perforaciones de furca.<sup>10</sup> Otros usos de este material serían como sellador coronal (3-4mm) después de completar la obturación de los conductos radiculares y antes de realizar blanqueamientos intracoronaes. También como material de obturación temporal, y para la reparación de fractura vertical.<sup>11</sup>

Sin embargo nuevas investigaciones han establecido la existencia de un cemento de fácil adquisición y económico llamado cemento Portland, diseñado por Joseph Aspdin en 1824, ampliamente usado y conocido en el medio de la construcción, al cual se le han realizado estudios y se ha determinado que tiene componentes similares a los referidos para el MTA, excepto por el óxido de bismuto que proporciona la radiopacidad del material, además que la tolerancia del tejido conectivo es similar a la que se presenta con el cemento MTA.<sup>12</sup>

En 1999 Wucherpfennig observó que el cemento Portland presenta características biológicas, macro y microscópicas similares a las del MTA, esto lo determinó mediante un análisis de difracción de rayos X.<sup>13</sup>

Flores Botello y col, en el 2000 en un estudio preliminar del cemento Portland determinaron el crecimiento bacteriano y el pH de este material. Ellos establecieron que este cemento no favorece el crecimiento bacteriano, lo que se explica por su alta alcalinidad (pH 10), lo que no proporciona condiciones óptimas para la proliferación bacteriana.<sup>14</sup>

Estrela y col, en el 2001 realizó un estudio para comparar los componentes del MTA y del cemento Portland y afirma que el cemento Portland contiene los mismos elementos químicos que el MTA excepto el óxido de bismuto que le da radiopacidad al MTA.<sup>15</sup>

Morales y col, en el 2004 determinaron que los componentes del cemento Portland forman parte de los elementos del MTA en un 75%, ambos tienen la misma manipulación, fraguando y endureciendo al reaccionar

químicamente con el agua.<sup>16</sup>

Funteas en el 2004 realizó un análisis comparativo entre el MTA y el cemento Portland y no observó diferencias significativas entre 14 elementos presentes en el cemento Portland y el MTA, confirmando solo la ausencia de óxido de bismuto.<sup>17</sup>

Islam y col, en el 2005 comparó el MTA y el cemento Portland ordinario en un estudio in vitro para poder determinar los componentes de estos materiales, mediante difracción de polvo de rayos X y no encontró diferencias significativas entre ambos materiales.<sup>18</sup>

Por último, desde hace más de 80 años el cemento de fosfato de zinc ha tenido varias aplicaciones clínicas, sin embargo, muestra significativas deficiencias. La más relevante clínicamente es su solubilidad en los fluidos orales.<sup>19</sup>

El componente del polvo es óxido de zinc (ZnO) calcinado y pulverizado finamente, y el líquido es el ácido ortofosfórico en solución acuosa, con amortiguadores de pH.

Estudios previos han encontrado diferencias significativas en diferentes cementos en la prevención de la microfiltración entre el agente cementante y la estructura dentaria.<sup>20</sup>

La microfiltración de los materiales de restauración temporal ha sido evaluada por diferentes métodos de investigación, incluyendo tinción, radioisótopos, microorganismos y filtración de fluidos. Numerosos materiales han sido evaluados en estas investigaciones para encontrar el material de selle temporal ideal. A pesar de esto, existen muchas dudas acerca del material de restauración temporal que brinde el menor potencial para la microfiltración. Se ha demostrado que el cemento de fosfato de zinc no produce filtración después de 15 minutos pero después de una hora, la filtración es significativa. Algunos estudios han reportado que el fosfato de zinc muestra un pobre selle, presentando el mayor grado de filtración durante la primera hora, el cual disminuye a las 24 horas, a la semana y a las 2 semanas; a partir de este momento, nuevamente se incrementa significativamente el grado de filtración.<sup>21</sup>

White y col, en 1994 realizó un estudio donde encontró mayor microfiltración en el cemento de fosfato de zinc y menor microfiltración en el cemento de resina.<sup>22</sup>

Al comparar la capacidad selladora de diferentes cementos en dientes tratados endodónticamente que necesitaban un procedimiento de blanqueamiento dental, se ha encontrado que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el cavit y coltosol, al igual que entre el óxido de zinc y eugenol y el fosfato de zinc.<sup>23</sup>

Por esto, el objetivo del presente trabajo fue determinar la capacidad de sellado del MTA, cemento

de fosfato de zinc y del cemento Portland cuando son usados en el sellado cervical de dientes tratados endodónticamente, a través de la filtración del azul de metileno.

### Material y método

Para este estudio se seleccionaron dientes multirradiculares superiores e inferiores indistintamente, se utilizaron 150 raíces de dientes recién extraídos, las cuales se mantuvieron durante dos semanas en una solución de hipoclorito de sodio al 1% posteriormente en una solución de glicerina 50% y agua al 50%.

Se realizó la apertura coronaria y cameral hasta exponer los conductos radiculares, seguidamente se procedió a separar un grupo con 30 conductos para posteriormente ser utilizados para el control +(grupo 5), y en los demás conductos se procedió a patentar los conductos hasta una lima # 20 flexofile y se inició la preparación de los conductos radiculares aplicando la técnica Crown-down modificada, utilizando fresas Gates-glidden # 3,2,1 (Figura 1) posteriormente fueron instrumentados y ensanchados con el sistema rotatorio protaper de la casa comercial Dentsply-Maillefer (Figura 2). El tope apical se realizó manualmente hasta la lima # 45 aproximadamente a 1 milímetro del ápice (Figura 3), la irrigación se realizó con hipoclorito de sodio al 0.5 %.

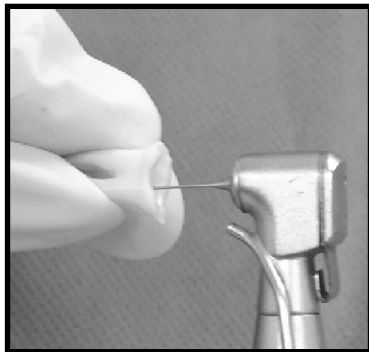


Figura 1



Figura 2



Figura 3

Todas las raíces fueron obturadas aplicando la técnica de compactación vertical (Figura 4), con gutapercha de la casa comercial Higienic y cemento sellador utilizado fue sealapex, teniendo la precaución de no obturar los últimos 3 mm (Figura 5) y esta zona fue sellada con uno de los tres materiales estudiados.

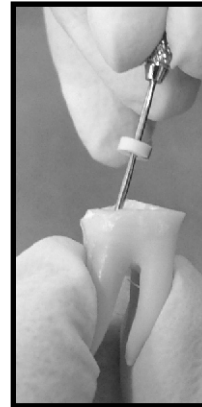


Figura 4

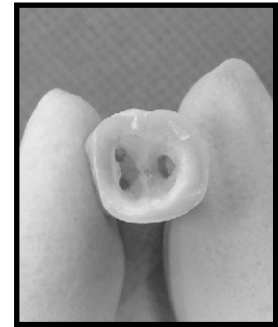


Figura 5

En los segmentos de las raíces sin obturar se colocaron aleatoriamente en cuatro grupos de 30 muestras cada uno de acuerdo a lo siguiente:

*Grupo 1:* Se realizó obturación con MTA blanco (ProRoot, Dentsply Tulsa Dental), donde fue llevado al conducto mediante un porta MTA y empacado con un pequeño condensador y se colocó una torunda húmeda durante tres horas. (Figura 6)

*Grupo 2:* La obturación se realizó con cemento Portland-puzolana. Su preparación se realizó según las indicaciones del MTA, fue llevado al conducto mediante un porta MTA y empacado con un pequeño condensador y se colocó una torunda húmeda durante tres horas. (Figura 7)

*Grupo 3:* La obturación se realizó con cemento de fosfato de zinc. Su preparación se realizó según las indicaciones del fabricante. (Figura 8)

*Grupo 4:* No se obturó cervicalmente con ningún cemento se dejó únicamente el tratamiento de conductos culminado.

*Grupo 5:* Se realizó únicamente apertura de la cavidad para que este grupo sirviera como control positivo.

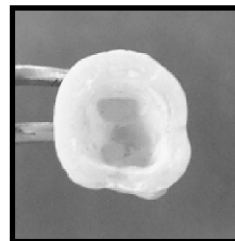


Figura 6

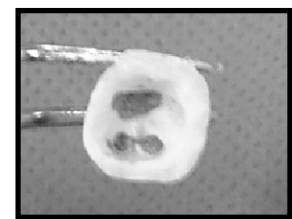


Figura 7

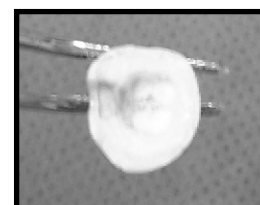


Figura 8

A todos los dientes se les corto los tercios coronal y medio con una fresa de carburo cilíndrica, seguidamente las raíces se cubrieron completamente con dos capas de barniz para uñas. Inmediatamente después, se colocaron torundas de algodón en las cámaras pulpares y los dientes fueron sumergidos en azul de metileno, durante 2 y 7 días.

Luego de transcurridas las primeras 48 horas se procedió al desgaste de los dientes por las caras mesial o distal, de tal manera que se pudieran eliminar dentina y cemento de las raíces y permitieran observar la penetración del colorante. Una vez culminados los cortes de los dientes, estos fueron observados en un microscopio óptico Olympus modelo BH2 con el lente de aumento de 20X, y se midió la penetración del colorante (azul de metileno), a través de la obturación hacia el conducto, registrando este valor en milímetros. Después de transcurrido los 7 días se realizó el mismo procedimiento que se hizo a las 48 horas.

### Resultados

Como se mencionó anteriormente, se revisaron los cortes de los 150 conductos, para determinar la penetración del colorante a través del tercio cervical sellado con diferentes materiales. Se dividieron en cinco grupos y se examinaron 15 conductos en cada grupo por período de tiempo, los cuales fueron sellados con diferentes materiales en los últimos 3 mm del tercio cervical posteriormente se midió la filtración a los 2 y 7 días, los resultados se observan en las tablas 1 y 2.

Tabla 1

Diente	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
1	0	0	0.5	2	4.5
2	0	0	0.5	1	4
3	0	0	1	1	4
4	0	0	1	1	4.5
5	0.2	0	1	1	5
6	0	0.3	0	0.5	5
7	0	0.2	0.5	0.5	5
8	0	0	0.5	1	7
9	0	0	0.5	2	4.5
10	0	0	1	1	6
11	0.2	0	1.5	2	6.5
12	0	0	1.5	0.5	5.5
13	0	0	1	2	4.7
14	0.3	0	0	2	6
15	0	0.3	1	1	5
Σ	0.7	0.8	11.5	18.5	77.2
Media	0.04667	0.05333	0.7667	1.2333	5.1467
S	0.9904	0.1125	0.4577	0.5936	0.8871

Valores de filtración en mm con los diversos selladores a los dos días.

Tabla 2

Diente	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
1	0	0.5	1.7	2.8	6
2	0.5	0	2.5	2.7	8
3	0	0	1.5	2.5	9
4	0	0	2	2	10
5	0	0	2	3.5	5
6	0.5	0	1.5	1.8	6
7	0	0	1	1.5	7
8	0	0	1.8	1.5	8.5
9	0	0	2.5	2.5	7.5
10	0	0	1	3	4.5
11	0	0	1.5	2	6
12	0	0	1.5	3.5	7
13	0	0	2	4	7.5
14	0.6	0	0	2.5	6.6
15	0	0.7	2.7	3	9
Σ	1.6	1.2	25.2	38.8	107.6
Media	0.1067	0.0800	1.6800	2.5867	7.1733
S	0.2219	0.2145	0.6858	0.7444	1.5517

Valores de filtración en mm con los diversos selladores a los siete días.

Se determinó la sumatoria de los niveles de filtración de los cinco grupos y se observaron rangos cercanos entre el MTA (Figura 9) y el cemento Portland (Figura 10) de 0.7 y 0.8 respectivamente.

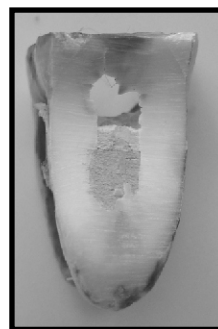


Figura 9

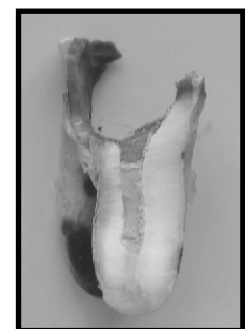


Figura 10

Al utilizar MTA y Portland no existió filtración en 12 de 15 conductos lo cual demuestra que fueron eficaces en el 80 %, por lo que se deduce que ambos materiales cumplen con el propósito de sellar los conductos en el tercio cervical a las 48 horas. (Figuras 11 y 12)

Frecuencia de filtración con MTA a las 48 horas

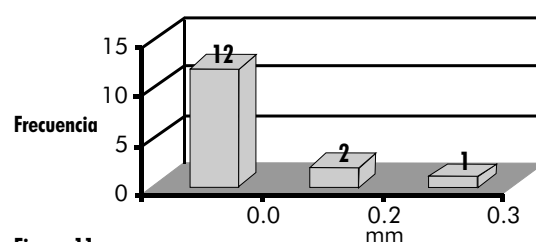


Figura 11

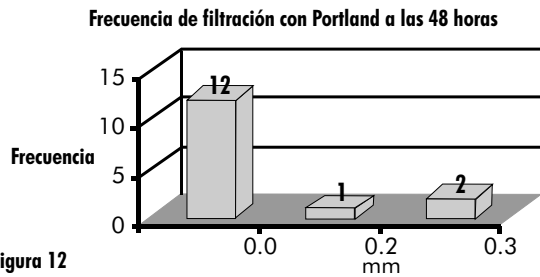


Figura 12

Los niveles fueron mayores para los grupos con fosfato de zinc (Figura 13), y sin material de sellado cervical (Figura 14) con 11.5, 18.5 respectivamente, lo cual nos muestra que el MTA y el cemento Portland resultaron ser parecidos en su comportamiento a las 48 horas no así el fosfato de zinc, que a pesar de ser un material de sellado cervical provocó mayor filtración que los otros dos materiales. (Véase tabla 1)

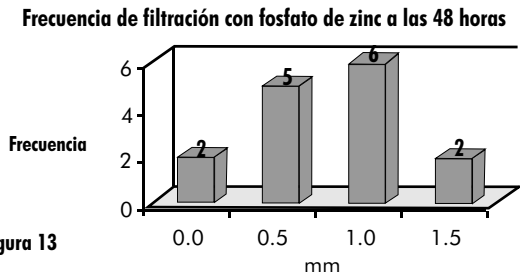


Figura 13

**Frecuencia de filtración en dientes sin sellado cervical a las 48 horas**

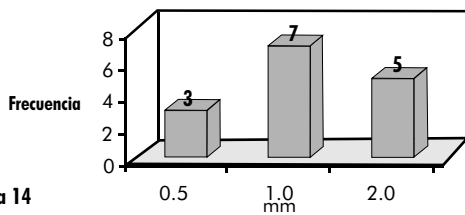


Figura 14

También se determinó la sumatoria de los niveles de filtración de los cinco grupos a los 7 días y se observaron rangos parecidos entre el MTA (Figura 15) y el cemento Portland (Figura 16) de 1.6 y 1.2 respectivamente.



Figura 15



Figura 16

Al utilizar MTA no existió filtración en el tercio cervical en 12 de 15 conductos, lo cual demuestra que en el 80 % fue eficaz y que solo hubo filtración en tres conductos que representa el 20% por lo que se deduce que este material cumple con el propósito de sellar los con-

ductos a los siete días. (Figura 17) Una mínima diferencia se observó con el cemento Portland donde no existió filtración en 13 de 15 conductos, lo cual demuestra que en el 86.7% fue eficaz y que solo hubo filtración en dos conductos que representa el 13.3%, por lo que también se deduce que este material cumple con el propósito. (Figura 18)

**Frecuencia de filtración con MTA a los 7 días**

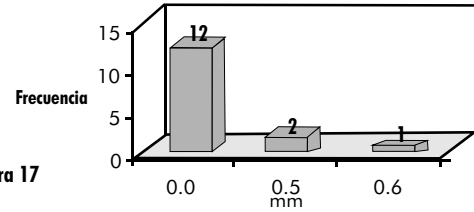


Figura 17

**Frecuencia de filtración con Portland a los 7 días**

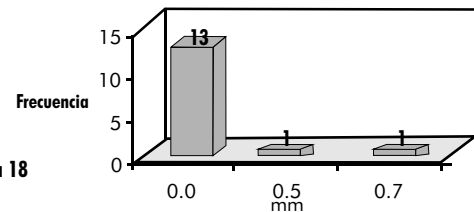


Figura 18

Los niveles también fueron mayores para el grupo con fosfato de zinc y grupo sin material de sellado cervical con 25.2, 38.8 respectivamente a los 7 días, lo cual nos muestra que el MTA y el cemento Portland resultaron ser muy cercanos en su comportamiento, no así el fosfato de zinc que a pesar de ser un material de sellado cervical permitió filtración en niveles mayores que los otros dos materiales.

El cuarto grupo que estaba sellado con fosfato de zinc tuvo niveles mayores a las 48 horas (Figura 19) y 7 (Figura 20) días con sumatorias de 18.5 y 38.8 respectivamente, lo cual indica claramente que una endodoncia sellada con fosfato de zinc, filtrará fácilmente a las pocas horas. (Véase las tablas 1 y 2)

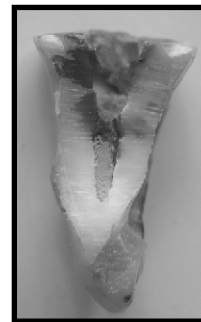


Figura 19



Figura 20

**Discusión**

El tratamiento de conductos puede fracasar por múltiples razones y las más comunes son la inadecuada limpieza y desinfección de los conductos, deficiente



sellado del conducto, ya sea por la técnica de obturación o por las propiedades del cemento obturador, falta de sellado hermético de los conductos, inadecuada restauración protésica del diente tratado o presencia de biopelícula en el cemento apical por lo que la búsqueda del sellado cervical debe de ser igual de importante que el sellado apical ya que en este trabajo se demuestra la gran filtración que existe en los conductos tratados sin adecuada protección cervical.

La metodología usada para medir la filtración en este trabajo fue basada en la información proporcionada por algunos artículos en los cuales también se usa el azul de metileno como material de filtración debido a las características que presenta este material, siendo la más importante el color que permite su fácil identificación además de el contraste que tiene con el resto de materiales usados especialmente en este estudio.<sup>24,25,26</sup>

Existen pocos estudios que evalúen el sellado cervical postratamiento de conductos ya que más bien todos se refieren a los defectos que se pudieran presentar durante la preparación o la obturación radicular, y no enfatizan en la posible protección de esta zona para evitar la filtración a nivel del tercio cervical.

Torabinejad menciona la posibilidad del sellado con MTA en este tercio, y describe en su artículo publicado en 1999 que el MTA provee un sellado efectivo contra la penetración de colorantes y bacterias y sus metabolitos como endotoxinas y que pudiera ser utilizado para el sellado coronal (3-4mm) después de completar la obturación de los conductos radiculares y antes de realizar blanqueamientos intracoronaes. También puede ser utilizado como material de obturación temporal.<sup>3</sup>

En este estudio se evaluó el cemento Portland, MTA y el fosfato de zinc como posibles selladores de los conductos radiculares, observando que se comportaron de forma similar del MTA y del cemento Portland y una gran diferencia entre estos dos materiales y el fosfato de zinc que si produjo altos niveles de filtración lo cual corrobora el estudio realizado por Mojon en donde se demostró que después de una semana en agua, el fosfato de zinc fue el material más reblandecido y que la contaminación afecta la dureza del fosfato de zinc<sup>27</sup>. Esto también podría explicarse por la disolución o fractura de sus partículas al contacto con soluciones mencionada por algunos autores.<sup>22,25,26</sup>

Al utilizar MTA como cemento sellador del tercio cervical a los dos días, no existió filtración en 12 de los 15 conductos examinados esto confirmaría lo descrito por Torabinejad en donde obturó cavidades con MTA y otro material y se encontró un menor grado de filtración del colorante, encontrando casos donde el colorante no penetró en ninguna muestra<sup>6</sup>; de la misma manera al utilizar cemento Portland tampoco existió filtración en 12 de 15 conductos. Entonces en este tiempo no existieron diferencias entre estos dos materiales y ambos sellaron de forma eficaz evitando la filtración y protegiendo el tratamiento realizado.

Al comparar con estudios de filtración realizados en reparación de perforaciones y a nivel del ápice también se observa los mismos resultados es decir el comportamiento y nivel de protección del MTA<sup>5,28</sup> y del cemento Portland.<sup>29,30</sup>

A los 7 días al utilizar MTA no existió filtración en 12 de 15 conductos y al usar cemento Portland tampoco hubo filtración en 13 de 15 conductos, lo cual demuestra la similitud de comportamiento de ambos materiales y que en este lapso de tiempo que es mayor, también es eficaz el sellado cervical.

El cemento de fosfato de zinc es uno de los materiales más utilizados por los dentistas para obturar temporalmente los dientes con tratamiento de conductos, por esta razón fue considerado en este estudio, para ser evaluado como cemento sellador del tercio cervical; los resultados obtenidos demuestran filtración en un 86.7 % a los dos días y de 93.3 % a los siete días por lo que no es un material idóneo ni seguro, para sellar los tratamientos de endodoncia concluidos ya que no protegerá eficazmente el tercio cervical los conductos tratados.<sup>28</sup>

Podemos concluir que es necesario realizar un eficaz sellado del tercio cervical, para proteger el tratamiento de conductos a corto y largo plazo, que lo podemos realizar con dos materiales que presentan comportamiento adecuado que son el MTA y el cemento Portland, pero indiscutiblemente este último tiene la gran ventaja de ser un costo mucho menor que el primero.

Por esto sugerimos lo siguiente:

- Se recomienda el sellado del tercio cervical inmediatamente después de concluir el tratamiento de conductos.
- Se recomienda mantener el sellado cervical aun colocando una restauración definitiva eficaz.
- Se recomienda el uso del cemento MTA, o en su defecto el cemento Portland debido a su fácil adquisición y bajo costo.

#### **Bibliografía**

- 1.- Walls, A. An erosion test for dental cements. *J Dent Res.* 1985; 64(8):1100-1104.
- 2.- Holland, R., Souza, V., Sueli, Satomi Murata. Healing process of dog pulp after pulpotomy and pulp covering with mineral trioxide or Portland cement. *Braz Dent J* 2001; 12(2): 109-113.
- 3.- Torabinejad, M., Hong, C.M., Mc Donald, F., Pitt Ford, T. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J of Endod.* 1995; 21(7): 349-353.

- 4.-Chong, B.S, Pitt, T.R, Hudson, M.B. A prospective clinical study of mineral trioxide aggregate and IRM when used as root-end filling materials in endodontic surgery. *J of Endod.* 2000; 22(11):416-423.
- 5.-Torabinejad, M., Watson, T., Pitt Ford, T. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate as a retrograde root filling material. *J of Endod.* 1993; 19:591-5.
- 6.-Torabinejad, M., Rastegar, A., Kettering, J., Pitt Ford, T. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root end filling material. *J of Endod.* 1995; 21(3): 109-112.
- 7.-Bates, C.F., Carnes, D.L., del Rio, C.E. Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod.* 1996; 22(11): 575-8.
- 8.-Yatsushiro, J., Baumgartner, C., Tinkle, J. Longitudinal study of the microleakage of two root end filling materials using a fluid conductive system. *J of Endod.* 1998; 24(11):716-719.
- 9.-Saad Al-Nazahan, Aziza Al Judai. Evaluation of antifungal activity of mineral trioxide aggregate. *J of End* 2003; 29(12): 826-827.
- 10.-S.R Sluyk, P.C Moon, G.R Hartwell. Evaluation of setting properties and retention characteristics of mineral trioxide aggregate when used as a furcation perforation repair material. *J of End* 1998;24(11): 768-771.
- 11.-Torabinejad, M., Chivian, N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J of Endod.* 1999;25(3): 197-205.
- 12.-Daniel Araki Ribeiro, Marco Antonio Hungaro Duarte, Mariza Akemi Matsumoto, Mariangela Esther Alentar Marques, Daisy Maria Favero Salvadori. Biocompatibility in vitro tests of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements. *J of End* 2005;31(8): 605-607.
- 13.-Wucherpfennig, A.L., Green, D.B. Mineral Trioxide Aggregate vs Portland cement: two biocompatible filling materials. *J of End* 1999;25: 308 (Abstract).
- 14.-Flores, Botelo E., Maldonado, García J.C., Paniagua, García G., Llamosas, Hernández E. Determinación de crecimiento bacteriano y Ph. del cemento Portland. *Práctica Odontológica* 2000; 21: 8-10.
- 15.-Estrela, C., Bammann, L.L., Estrela, C.R.A., Silvia, R.S., Pecora, J.D. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, sealapex and dical. *Braz Dent J.* 2000; 11: 3-9.
- 16.-Morales, Cantu M.E., Silva Herzog, D., Méndez, Gonzáles V., Medellín, Rodríguez Francisco. Estudio Físicoquímico y Biológico del MTA y el cemento Portland 2004. *Endodoncia* 5; 5-10.
- 17.-Funteas, U.R., Wallace, J.A., Fochtman, E.W. A comparative analysis of mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Aust Endod J.* 2003,29(1):43-4.
- 18.-i. Islam, H.K. Chng & A. U.J. Yap. X-ray diffraction analysis of mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Int End J* 2006; 39: 220-225.
- 19.-Jacobs, M. An investigation of dental luting cement solubility as a function of the marginal gap. *J Prosthe Dent.* 1991;65:436-42.
- 20.-Shortall, A.C., Fayyad, M.A., Willians, J.D. Marginal seal of injection-model ceramic crowns cemented with three adhesive systems. *J. Prosthet. Dent.* 1989; 61(1):24-27.
- 21.-Orahod, J. In vitro study of marginal leakage between temporary sealing materials and recently placed restorative materials. *J of Endod.* 1986;12(11):523-527.
- 22.- White, S.N., Ingles, S., Kipnis, V. Influence of marginal opening on microleakage of cemented artificial crowns. *J. Prosthet. Dent.* 1994; 71(3): 257-64.
- 23.-Hosoya, N. The walking bleach procedure: A in vitro study to measure microleakage of five temporary sealing agents. *J of Endod.* 2000; 26(12): 716-718.
- 24.-Vizgirda, Paul J., Liewehr, Frederick, Patton, William, Mc Pherson James, Buxton. A comparison of laterally condensed gutta-percha, thermoplasticized gutta percha, and mineral trioxide aggregate as root canal filling materials. *J of Endod.* 2004; 30:103-106.
- 25.-Owens, B.M., Johnson, W.W., Harris, E.F. Marginal permeability of self-etch and total-etch adhesive systems. *Oper Dent* 2006; 31(1): 60-7.
- 26.-Sharma, N., Huston, T.L., Simmons Rm. Intraoperative intraductal injection of methylene blue dye to assist in major duct excision. *Am J surg* 2006; 191 (4): 553-554.
- 27.-Mojon, P. Short-term contamination of luting cements by water and saliva. *J Dent Res.* 1996;12:83-87.
- 28.-Erol Apaydin, Shahrokh Shabahang, Mahmoud Torabinejad. Hard tissue healing after application of fresh or set MTA as root-end filling material. *J of Endod.* 2004;30:21-24.
- 29.-Santos, A.D, Moraes, J.C.S, Araujo, E.B, Yukimito, K., Valerio Filho. Physicochemical properties of MTA and novel experimental cement. *Int End J.* 2005;38: 443-447.
- 30.-D. Abdullah, T.R. Pitt Ford, S. Papaioannou, J. Nicholson, f. McDonald. An evaluation of accelerated Portland cement as a restorative material. *Biomaterials* 2002;23: 4001-4010.

# Longitud de trabajo

**Keyword:** work length, electronic apex locator  
 Descriptor: longitud de trabajo, localizador apical electrónico

## Resumen

La conductometría es una de las etapas de mayor importancia dentro del tratamiento de conductos radiculares, convencionalmente la conductometría es obtenida por el método radiográfico, desafortunadamente es un procedimiento un poco incierto en la exacta estimación de la longitud de trabajo dado que se basa en una interpretación bidimensional subjetiva de un objeto tridimensional. En la presente revisión de literatura se mencionan diferentes factores relacionados a la incorrecta estimación de la conductometría y sus consecuencias biológicas, así como alternativas que pudieran mejorar lo logrado por el método radiográfico convencional. Conocer estos factores ayudará al odontólogo a identificar los medios más seguros que conduzcan a una estimación más exacta, que permita establecer un pronóstico favorable en el tratamiento de conductos radiculares.

## Introducción

La determinación correcta de la longitud de trabajo es una etapa crítica, ya que de ella dependerá en gran medida el pronóstico del tratamiento endodóntico. Estudios recientes indican que el método radiográfico, utilizado para la determinación de la conductometría, presenta una sobreestimación en premolares y molares, como se detallará más adelante. Este hallazgo pudiera asociarse a los casos con periodontitis apical postoperatoria y de fracaso endodóntico.

Se realizó una revisión de literatura en Internet accedendo a la Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos (ncbi.nlm.nih.gov), empleando las palabras clave, longitud del conducto radicular y localizador apical electrónico; se seleccionaron 63 estudios afines a la presente revisión, identificando tres estudios relacionados directamente a la sobreestimación en la conductometría producida por el método radiográfico, por lo que es necesario conocer las investigaciones que contribuyan a clarificar el conocimiento que existe en la estimación producida por este y otros métodos, como los localizadores de ápice electrónico.

Con la evolución y mejoría de estos aparatos, parece encontrarse una solución y alternativa interesante en la obtención de una conductometría cercana a la real, como lo muestran los resultados de diferentes estudios. La presente revisión permite conocer la eficacia y efectividad que tienen las generaciones más recientes de estos dispositivos electrónicos con el objetivo de mejorar la exactitud de la estimación obtenida por el método radiográfico.

## Pronóstico del tratamiento endodóntico

El tratamiento endodóntico es uno de los recursos más favorables en la preservación de dientes con patología pulpar. Lazarski et al.<sup>1</sup> estudiando 44,613 pacientes norteamericanos con seguro médico, hallaron que el 94.4% de dientes tratados endodónticamente, perma-

M.C.D.E.E. Rogelio Oliver Parra\*  
 M.C.D.E.E. Carlos Alberto Luna Lara\*\*

\*Jefe del Departamento de Investigación, Facultad de Odontología, UAT  
 Autor Responsable  
 \*\*Coordinador del posgrado de Endodoncia, Facultad de Odontología, UAT

Oliver, P.R., Luna, L.C.A. Longitud de trabajo. Oral Año 9. Núm. 27.  
 Invierno 2007. 426-431

## abstract

The root canal length is a very important stage in the root canal treatment. Traditionally the root canal length is obtained by radiographic method, unfortunately it is an uncertain method in the estimation accuracy of the root canal length. The radiographic technique is based on a subjective two dimensional interpretation of a three dimensional object. In this review, different related factors to incorrect estimation of the root canal length and biologic consequences are cited; therefore the alternatives presented can be better than the traditionally radiographic method. The knowledge of these factors can help the dentist to identify the best means to a more accurate estimation, to establish the best prognosis in the treatment of root canals.

neces funcional al cabo de 3.5 años. Molven et al.<sup>2</sup> por su parte, identificaron hallazgos radiográficos normales en 275 raíces obturadas por estudiantes al cabo de 10 años en un 77.4% y después de 20 años en un 88.7%. Field et al.<sup>3</sup> analizando retrospectivamente 768 casos terminados en una cita encontraron un éxito total en el tratamiento de conductos en un período de 6 meses a 4 años de 89.2%.

Como se puede observar, la tasa de fracaso endodóntico es considerable, el fracaso del tratamiento de conductos radiculares se va a localizar por lo general en la región periapical, por lo que es necesario conocer la anatomía de esta zona.

## Factores que inciden en la correcta estimación de la longitud de trabajo

### Anatomía radicular apical y periapical

El éxito del tratamiento de conductos radiculares depende de diversos factores, destacando la presencia del complejo sistema de conductos radiculares,<sup>4,5,6</sup> así como del correcto establecimiento de la conductometría que incidan en una instrumentación y obturación correctas para favorecer el pronóstico endodóntico. Los factores operatorios también contribuyen con el desenlace del tratamiento de conductos, en donde con el paso del tiempo, los problemas de transportación, perforaciones, escalones producidos durante la instrumentación con métodos manuales, han sido minimizados con el empleo de diferentes sistemas de instrumentación rotatoria con níquel-titanio.<sup>7</sup> Sin embargo, se han realizado estudios donde se ha encontrado que la delimitación de la instrumentación y obturación tienen una participación importante en el fracaso endodóntico<sup>8,9,10</sup>, aunque cabe destacar que la instrumentación y obturación dependen de la longitud de trabajo y esta longitud, generalmente esta basada en la observación

de radiografías, donde habitualmente la distancia del ápice radiográfico a la constricción apical es variable.<sup>11</sup> Ferraz et al.<sup>12</sup> instrumentando dientes unirradiculares 1mm antes del foramen apical, encontraron que la técnica híbrida con instrumentos manuales con paradas apicales #35 o #45 más retroceso, producían la mayor cantidad de extrusión de debris dentinario, comparada con la producida por instrumentos rotatorios de níquel-titanio, por lo que longitudes cercanas o pasadas del foramen apical traerían consecuencias adversas para el tejido periapical.

El ápice radicular presenta habitualmente gran variabilidad en la forma, dimensión y localización de la constricción apical.<sup>13</sup> La constricción apical es un elemento anatómico con el diámetro más pequeño en el ápice del conducto radicular, aquí finaliza el tejido pulpar e inicia el tejido periodontal y es esta característica lo que permitiría las condiciones más adecuadas para la obtención de la salud del tejido periapical, constituyendo el límite de trabajo durante el tratamiento de conductos.<sup>8</sup> En la localización de la constricción intervienen diversos factores, como son el tipo de diente, la ubicación y el diámetro de la constricción apical. Además, con el paso de los años la aposición de cemento modifica la unión cemento-dentinaria y la constricción apical original. Se ha identificado que la constricción apical fluctúa entre .5 mm y .67 mm.<sup>14</sup> Otro factor que interviene en la interpretación de la longitud de trabajo y que generalmente no se toma en cuenta es la ubicación del foramen y de la constricción apical. Así, Mizutani et al.<sup>15</sup> encontraron en cortes seriados de dientes antero-superiores que el ápice radicular coincide con el foramen apical en incisivos centrales en solo 16.7% y en incisivos laterales en 6.7%; además, identificaron que la constricción apical, cuando se localiza en dirección mesio-distal, se encuentra desde .30 a .37 mm respecto al ápice radicular, mientras cuando se limita en sentido vestibulo-lingual se ubica desde .36 hasta .42 mm.<sup>15</sup> En aquellos casos en los que la constricción apical se definió verticalmente encontraron medidas desde .82 a 1.01 mm. en relación al vértice radicular. Independientemente de la constricción apical, por muchos años se manejó a la unión cemento-dentina (UCD) como referencia para la longitud de trabajo, sin embargo, Ponce y Vilar<sup>16</sup> encontraron en cortes histológicos de dientes antero-superiores, que la extensión de cemento dentro del conducto es más acentuada en caninos que en incisivos laterales y centrales, destacando la gran variabilidad de las mediciones realizadas entre diferentes dientes, con lo que se puede corroborar que la unión cemento-dentina, es un componente histológico irregular que no corresponde con la constricción apical en muchos casos, coincidiendo con lo reportado por Saad y Al-Yahya<sup>17</sup> en un estudio histológico similar practicado a dientes de la población de Arabia Saudita. Estos resultados, son semejantes a los que se habían observado previamente por Kuttler<sup>18</sup> quien, estudiando 268 dientes de cadáveres, encontró que la distancia del foramen a la constricción apical se localiza en dientes jóvenes anteriores a .5 mm y .8 mm en dientes adultos. Además, observó que el diámetro menor se encuentra generalmente en dentina, justo antes de que el conducto penetre en cemento y desde

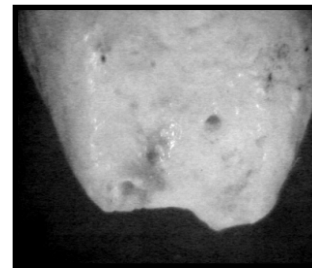
este punto se amplía gradualmente tomando una forma de embudo. También destaca que el diámetro mayor del conducto, por su forma, no tiene las condiciones para ser sellado herméticamente, ni siquiera en casos de sobre obturación con cemento. Por su parte, Mjör et al.,<sup>19</sup> encontraron que la salida del foramen apical por el eje longitudinal del conducto generalmente se encuentra desviado. Kuttler,<sup>18</sup> coincidiendo en lo anterior, mencionaba que en el 68% de los dientes estudiados en el grupo de 18 a 25 años de edad, el foramen se encontraba fuera o externamente al centro del vértice apical, mientras en los dientes de 55 años o mayores, el foramen se situaba lateralmente en un 80%. (Figuras 1 y 2) Aunado a lo anterior, cabe destacar que los premolares habitualmente tienen curvatura, generalmente hacia distal (79.9%)<sup>20</sup> y la salida del foramen en estos casos suele encontrarse lateral al ápice.<sup>18,20</sup>

Figura 1



Premolar con tres forámenes apicales localizados en diferentes sitios de la cara distal (microscopia estereoscópica 10 x)

Figura 2



Magnificación de tres forámenes en la cara distal de premolar (microscopia estereoscópica 35 x)

#### Hallazgos histológicos en la región periapical

La reacción a la violación del espacio periodontal presenta consecuencias biológicas importantes. Riccuci y Langeland<sup>8</sup> observaron histológicamente ápices con tejido periapical circundante de 41 dientes tratados endodónticamente en 36 pacientes, encontraron que después de diferentes períodos de observación las condiciones histológicas más favorables se encontraron en dientes obturados cortos o a la constricción apical, mientras que aquellos casos en el que el sellador o la gutapercha se encontraba extruída en el tejido periapical en conductos laterales y ramificaciones, presentaban una reacción inflamatoria severa incluyendo reacción a cuerpo extraño. Como se puede observar, la delimitación de la longitud de trabajo condiciona la futura reacción del tejido periapical. Se ha reportado que el mejor pronóstico para el tratamiento endodóntico ocurre cuando la obturación de un conducto se encuentra dentro de los 2 milímetros al ápice radiográfico.<sup>10</sup> Esto permitiría la preservación del muñón pulpar, el cual juega un papel importante en la reparación del tejido perirradicular en dientes con vitalidad, específicamente en la formación de tejido duro, que es considerado como el cierre biológico ideal.<sup>21</sup> Por el contrario,

Gutiérrez et al. sobreinstrumentando conductos radiculares de dientes anteriores, concluyeron que en dientes necróticos hay un elevado porcentaje de bacterias adheridas a las estrías de las limas, lo que origina un riesgo potencial de dolor postoperatorio o agudización endodóntica cuando los instrumentos son llevados más allá del ápice.<sup>22</sup>

Por lo que se puede deducir, la incompleta remoción de tejido pulpar, material necrótico y bacterias durante la instrumentación y obturación de conductos radiculares, permite la aparición de procesos inflamatorios agudos y crónicos que tienen como desenlace la aparición de patología periapical.<sup>10</sup> Como se puede entender, el hecho de manejar valores de conductometría por debajo o arriba de la constricción apical, compromete el pronóstico favorable del tratamiento de conductos radiculares, de ahí la necesidad de lograr la máxima exactitud del límite a instrumentar, conformar y obturar el sistema de conductos radiculares.

#### Métodos para estimar la longitud de los conductos radiculares

##### Técnica radiográfica y radiovisiografía

Existen diferentes formas de obtener la longitud de trabajo, las más comunes van desde la sensación táctil, la observación radiográfica, el uso de radiovisiografía (RVG) y el empleo de localizadores de ápice electrónico (LAE). La sensación táctil ve limitada su efectividad a la experiencia del clínico, hoy se conoce que el ensanchamiento cervical favorece la detección de la constricción apical y permite una mejor identificación del primer instrumento que ajusta en el ápice,<sup>23,24</sup> aunque existen circunstancias como la presencia de ápices abiertos, resorciones radiculares y piedras pulpaes que harían inviable el uso de este método.<sup>19</sup> Además, es necesario que el clínico tenga la experiencia necesaria en la identificación de la constricción apical a partir de estimaciones tentativas de la longitud del conducto radicular. El estándar dorado para la determinación de conductometría ha sido el método radiográfico, el cual establece como longitud de trabajo a aquel instrumento que se encuentre entre .5 y 1 mm respecto al vértice radiográfico,<sup>20</sup> esta zona es intangible, dado que el foramen apical puede encontrarse en algunos casos localizado lateralmente hasta 3 mm al ápice anatómico en el 50-98% de los casos<sup>25,22</sup>. En las molares se ha identificado una distancia del foramen al ápice de .23 a 3.80 mm; mientras en premolares estas medidas van desde .23 a 2 mm.<sup>22</sup> (Figuras 3 y 4). Esta característica anatómica no puede ser observada durante la obtención de la longitud de trabajo por el método radiográfico. Su principal desventaja radica en que las radiografías solo producen imágenes bidimensionales en sentido mesio-distal de un objeto tridimensional, por lo que deben tomarse angulaciones complementarias que faciliten una mejor visualización de la ubicación y dirección de un instrumento. Otras desventajas incluyen la necesidad de tomar varias radiografías para la obtención de la conductometría, así como efectos indeseables para el paciente como la náusea y la sensación de incomodidad o dolor, principalmente en zonas postero-inferiores. La densidad ósea y la presencia de estructuras anatómicas que se superponen a los ápices radiculares, como es el caso de la apófisis cigomática en la sección postero superior, impi-

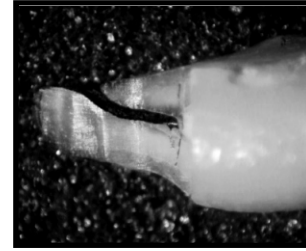
de en muchas ocasiones la correcta observación de un instrumento dentro del conducto radicular.<sup>27</sup>

Figura 3



Salida del foramen en la cara distal de un premolar desgastado en la región apical, nótese la falta de coincidencia del foramen con el vértice radicular. (Microscopia estereoscópica 10 x)

Figura 4



Ápice de premolar desgastado mostrando el diámetro menor y el diámetro mayor del conducto con salida lateral a la raíz. (Microscopia estereoscópica 35 x)

Las características anatómicas respecto a la ubicación del foramen apical mencionadas anteriormente, convierten al método radiográfico en un camino incierto a la hora de determinar la conductometría. Así, ElAyouti et al. han reportado que el método radiográfico condiciona a una instrumentación más allá del ápice en premolares en un 51% (i.c. 95% de 36-66%) y en molares en 22% (i.c. 95% de 14-30%)<sup>28</sup>, otros estudios reportan un 82% de instrumentos fuera del conducto cuando parecen encontrarse radiográficamente a nivel del foramen apical en dientes extraídos.<sup>29</sup> Lo anterior puede tener relación con lo reportado por Field et al.<sup>3</sup> quienes, en un estudio retrospectivo, con reexaminación de pacientes entre 6 meses y 4 años, encontraron en premolares la mayor tasa de fracaso endodóntico (13.8%) de casos obturados en una cita cuando se comparó con otro tipo de dientes. El método radiográfico ha sido confrontado con la radiovisiografía (RVG), aunque algunos autores no encuentran diferencias estadísticamente significativas en el momento de estimar la longitud del conducto con la radiografía convencional (E-speed) y los sistemas de imagen Schick y Dexis,<sup>30,31</sup> otros han reportado una mejor visibilidad del instrumento en la determinación de la longitud del conducto con la radiografía convencional (E-speed) cuando se compara con el sistema de imagen con tecnología foto estimulable de fósforo almacenado (Digora), no encontrando además, diferencias en la visualización del instrumento con otros sistemas de imagen similares como Digident y Denoptix.<sup>32</sup> El calibre del instrumento es otra variable importante a considerar cuando se utiliza RVG, pues se ha reportado que instrumentos #10 no aportan suficiente exactitud diagnóstica para determinar la conductometría.<sup>33</sup> También se ha citado que la radiografía convencional (E-speed) proporciona mayor claridad en la imagen de la homogeneidad y longitud de obturaciones radiculares que la película F-speed y el sistema de imagen digital Digora.<sup>34</sup>

### Localizadores de ápice electrónicos

Custer<sup>35</sup> aparece como el primer investigador que presentó en 1918 el primer método para estimar la longitud del conducto radicular. Años después Sunada,<sup>36</sup> en 1962, desarrolló el primer aparato para estimar la conductometría en seres humanos a partir del trabajo publicado por Susuki sobre iontoforesis en dientes de perro, en donde revelaba que la resistencia eléctrica entre un instrumento insertado en un conducto radicular y la mucosa oral producían valores constantes de 6.5 kΩ (equivalente a 40  $\mu$ A).<sup>36</sup>

En la actualidad el desarrollo de localizadores de ápice electrónico (LAE) ha generado a la fecha cuatro generaciones de LAE. La primera generación de estos dispositivos utilizaba el método de resistencia y corriente alterna de 150 Hz, ejemplos de estos aparatos fueron: Root Canal Meter (Onuki Medical Co. Tokio, Japón 1969), en el cual desafortunadamente se observaba dolor debido a la elevada corriente que utilizaba, lo que conduce a la aparición de Endodontic Meter, y Endodontic Meter II, los cuales empleaban una corriente menor a 5  $\mu$ A<sup>37</sup>. Otros LAE como Dentometer (Dahlin Electromedicine, Copenhagen, Dinamarca), y Endo Radar (Elettronica Liarre, Imola Italia), presentaban inconsistencias en las lecturas que solían ser cortas o pasadas comparadas con el método radiográfico<sup>25</sup>. La segunda generación fue de un tipo de impedancia de una sola frecuencia. La impedancia se veía comprometida por la resistencia y la capacitancia conservando un tramo de amplitud sinusoidal. Esta propiedad se utilizaba para medir distancias en diferentes condiciones dentro del conducto usando diferentes frecuencias. Este cambio en el método de frecuencia fue desarrollado por Inoue<sup>38</sup> en 1972, quien presentó el SonoExplorer (Hayashi Dental Suplpy, Tokio, Japón), el cual se calibraba en la bolsa periodontal de cada diente empleando un sonido "bip" al llegar al ápice<sup>39</sup>. Posteriormente apareció el Sono-Explorer Mk III que usaba una regla para indicar la distancia al ápice.<sup>40</sup> Más adelante le siguieron otros dispositivos como el Endocater (Yamaura Seisokushu, Tokio, Japón) presentado por Hasegawa en 1986<sup>25</sup>, este aparato tenía la particularidad de conectar un electrodo al sillón dental, además de realizar mediciones en presencia de fluidos conductivos; su desventaja consistía en que la cubierta no podía entrar en conductos estrechos y se veía afectado por el esterilizado<sup>41</sup>. Los siguientes LAE que aparecieron en el mercado presentaron problemas similares, además de originar lecturas erróneas en conductos húmedos o secos. Ejemplos de estos dispositivos son el Apex Finder-Endo Analyzer (Analytic / Endo, Orange, Ca, EU), Digipex I,II,III (Mada Equipment Co, Carlstadt, NJ, EU), The Exact-A-Pex (Ellmann International, Hewlett, NY, EU) y Foramatron IV (Parkell Dental, Farmingdale, NY,EU). La llegada de los LAE de tercera generación produjo mejoras en la obtención de la longitud de trabajo, estos LAE utilizaban múltiples frecuencias para identificar la distancia donde terminaba el conducto radicular. Las unidades cuentan con potentes microprocesadores y son capaces de procesar cocientes matemáticos y cálculos de algoritmos, los que son necesarios en la exactitud de la lectura<sup>25</sup>. Ejemplos de los LAE de 3ra. generación son el Endex/Apiti (Osada Electric Co., Tokio, Japón) cuyo método respondía a valores de frecuencia relativa para detectar la constricción apical. También conocido origi-

nalmente como Apiti, este localizador es capaz de medir longitudes en presencia de electrolitos, sin embargo es necesario calibrar el aparato en cada conducto<sup>41</sup>. Arora y Gulavibala investigaron in vivo la longitud de 61 conductos radiculares con diferente estado de vitalidad (vital, necróticos, exudado, presencia de NaOCl y agua), utilizando el Endex y el RCM Mark II, encontraron que muchas puntas de los instrumentos estuvieron a nivel del ápice radiográfico extendiéndose por el foramen apical, variando el resultado de acuerdo al contenido del conducto en donde observaron mayor exactitud dentro de 1 mm del ápice en conductos con tejido vital que con necrótico.<sup>42</sup>

Uno de los LAE más investigados y en general con muy buenos resultados es el Root ZX® (J Morita, Tokio, Japón), este dispositivo desarrollado en 1991 por Kobayashi et al.<sup>20</sup> introdujeron el método del cociente y la auto calibración. El método del cociente trabaja sobre el principio de que dos corrientes eléctricas con diferente frecuencia de onda, miden impedancias que son comparadas como un cociente sin afectar el tipo de electrolito contenido en el conducto. Kobayashi y Suda en 1994 mostraron que el cociente de diferentes frecuencias tienen valores definidos y que la tasa del cociente no cambia con diferentes electrolitos en el conducto<sup>43</sup>. Este LAE vino a solucionar los problemas de lecturas falsas producidos por los primeros dispositivos y ha sido objeto de numerosos estudios clínicos e in vitro. La investigación in vitro utiliza generalmente modelos en el cual la raíz se deposita en una solución como NaOCl o alginato, este último fue propuesto por Tinaz et al., demostrando la estabilidad del material y su modelo hasta 45 horas después de haber sido construido, en su estudio empleó el Root ZX y NaOCl al 2.65 y 5.25% encontrando muchas longitudes dentro del primer milímetro de la longitud de referencia, observando que la concentración del NaOCl no afectó las lecturas.<sup>44,45</sup>

Posteriormente Kumar et al. confirmarían la utilidad del modelo en alginato, al encontrar estabilidad por muchas horas y enfatizar la aplicación del modelo con fines de enseñanza y con propósitos de investigación in vitro.<sup>46</sup> Los resultados combinados en diferentes investigaciones, arrojan una exactitud del 90% para el Root ZX dentro de 0.5 mm del foramen apical o de la unión cemento dentina, aunque existen algunos estudios que muestran una exactitud del 100% cuando la lectura es tomada a 1 mm<sup>47,48</sup>. Una ventaja de trascendencia clínica encontrada con este tipo de dispositivos electrónicos es la reportada por ElAyouti et al.<sup>49</sup> quienes compararon en dientes premolares la conductometría obtenida por el método radiográfico y el LAE Root ZX, identificando un 51% de sobreestimación en las lecturas obtenidas por el método radiográfico cuando la punta de una lima aparecía entre 0 y 2 mm corto al ápice radiográfico, mientras con el Root ZX se encontró un 21% de sobreestimación en la obtención de la longitud de trabajo, reportando 14% de sobreestimación tanto en radiografía como con el Root ZX.

El Root ZX también se ha combinado con piezas de mano electrónicas para determinar la longitud del conducto radicular, Steffen et al.<sup>50</sup> combinó la pieza de mano Canal Leader (Set, Olching, Alemania) con el Root ZX y

con el Justy II, comparando las lecturas electrónicas del modo convencional o en combinación con la pieza de mano encontraron que las lecturas convencionales de los dos LAE fueron similares a los obtenidos cuando se combinaban con el Canal Leader<sup>50</sup>. Así, el Tri Auto ZX (J. Morita, Co., Kyoto, Japón), que también combina una pieza de mano y un LAE integrado a la pieza de mano, destaca una de sus ventajas que es el modo auto reversa, lo que no permite sobreinstrumentar el conducto cuando se excede el torque. Campbell et al.<sup>51</sup> investigaron 60 dientes unirradiculares examinando la extensión apical y mantenimiento de la constricción apical con el Tri Auto ZX a diferentes longitudes en modo reversa a la constricción apical, reportaron que el Tri Auto ZX evita la sobrepreparación del conducto, aunque la constricción apical era frecuentemente ensanchada. Por su parte Grimberg et al.<sup>52</sup> fijando la auto reversa del Tri Auto ZX a .5 mm cuando se instrumentaron 25 dientes antero-superiores, obtuvieron un 40% de lecturas coincidentes con la longitud obtenida bajo microscopía estereoscópica y 60% de lecturas menores al punto de referencia, destacando que las lecturas de este aparato protegen contra la sobrepreparación del conducto. Alves et al.<sup>53</sup> evaluando la capacidad del Tri Auto ZX para localizar el foramen apical durante el retratamiento, reportaron una exactitud de  $\pm .05$  mm en más del 80% de la remoción de obturaciones de conducto. Otros aparatos combinados con LAE son Sofy ZX (Kobayashi 1996., J. Morita), Dentaport ZX (J. Morita), entre otros.<sup>25</sup> The Apex Finder AFA (EIE Analytic Endodontics) LAE también de tercera generación, tiene una señal de cinco frecuencias para leer cuatro amplitudes de cociente, también presenta auto calibración y puede leer en presencia de electrolitos, según resultados obtenidos por Pommer et al.,<sup>54</sup> quienes encontraron que las puntas de las limas se encontraban entre .5 y 1 mm al ápice radiográfico en 86% de los casos, detectando la constricción apical en 76.6% de los casos necróticos y 93.9% de los vitales. Otros LAE de esta generación son Neosono Ultima EZ (Satelec Inc; Mont Laurel, NJ, EU), DatApex (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suiza), Justy II o Just two (Yoshida, Co, Tokio, Japón), Mark V Plus (Moyco/Union Broach) y el Endy 5000 (Loser, Leverkusen, Alemania).<sup>25</sup>

De la cuarta generación de LAE destacan el Bingo 1020, que posteriormente Dentsply lanzaría como Ray-Pex<sup>4</sup>, este aparato usa dos frecuencias separadas de 400 Hz y 8 kHz parecida a los de 3ra. generación. Kauffman et al.<sup>55</sup> y Tinaz et al.,<sup>56</sup> encontraron que el Bingo 1020 es tan confiable como el Root ZX para la determinación de la conductometría, siendo superior al método radiográfico. Uno de los más recientes LAE de 4ta generación lanzado en el 2003 es el Elements Diagnostic Unit and Apex Locator (Sybron Endo, Anaheim, CA, EU), este aparato no procesa la información de la impedancia como un algoritmo matemático, pero toma las mediciones de la resistencia y la capacitancia y las compara con una base de datos que determina la distancia al ápice.<sup>25</sup> Usa una forma compuesta de dos señales .5 y 4 kHz comparada con el Root Zx que es de 8 y .4 kHz, las señales viajan hacia un convertidor digital analógico que lo convierte en una señal análoga que es amplificada y entonces el modelo del circuito se comporta como resistor y capacitor. Sus fabricantes argumentan menores errores por medición y lecturas más consistentes. Este

dispositivo usa múltiples frecuencias para eliminar la influencia de las condiciones del conducto de manera similar al Root ZX.<sup>57</sup> Plotino et al.<sup>58</sup> compararon ex vivo la exactitud del Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator y el ProPex, encontraron que la exactitud dentro de  $\pm .5$  mm fue similar para el Root ZX y el Elements Diagnostic Unit and Apex Locator, mientras la mayoría de las lecturas con ProPex estuvieron pasadas a la constricción apical. La lectura de los LAE se ve afectada por la presencia de otros conductores como restauraciones metálicas, caries, saliva, instrumentos en otro conducto, ápices inmaduros, y retratamientos endodónticos.<sup>25</sup> También se enfrenta a otras dificultades como el caso de pacientes con marcapasos (interferencia electromagnética), la aceptación clínica por parte del odontólogo, fracturas, conductos secundarios, laterales, deltas, accesorios, pérdida de patenticidad del foramen apical, acumulación de dentina y calcificaciones, que afectan la lectura dado que se interrumpe la resistencia eléctrica entre el interior del conducto y el ligamento periodontal.<sup>25</sup> El tipo de aleación no parece afectar la exactitud de longitud en el mismo conducto radicular usando instrumentos de acero inoxidable o níquel-titanio.<sup>59</sup>

Otras ventajas independientes a considerar, es que los LAE parecen tener la capacidad de detectar perforaciones in vitro tanto grandes como pequeñas, según resultados publicados por Kauffman<sup>60</sup> al perforar el tercio medio de raíces y probar los LAE Root ZX, Sono Explorer Mark II, y Apit III, destacando que solo se detectó perforación en dirección vestibulo-lingual en el 45% con el método radiográfico. Por su parte Azabal et al.<sup>61</sup> encontraron que el Justy II pudo detectar fracturas horizontales simuladas en el 74.2%, donde las fracturas horizontales midieron igual a la longitud real, un 19.7% difirió por .5mm, sin embargo no fue tan confiable para identificar las fracturas verticales, ya que existió subestimación de la longitud real por 7.5 mm. Resultados similares reportaron Ebrahim et al.<sup>62</sup> en el sentido de que los LAE Root ZX, Formatron D10 y Apex NRG no detectan fracturas verticales simuladas. Como se ha podido observar, los resultados con los diferentes LAE son alto que algunos casos variados, y no se debe pasar por alto que cualquier instrumento que sobrepase la constricción apical estará irritando el espacio periodontal apical. Por ello podemos señalar que la mayor tasa de éxito se presenta cuando la obturación se encuentra corta al ápice (0-1 mm).<sup>63</sup>

## Conclusiones

Como se ha podido observar el éxito en el tratamiento de conductos se presenta generalmente cuando se limita la instrumentación y obturación corta al ápice (0.5-1 mm) y que los localizadores de ápice electrónicos son una excelente alternativa para la obtención de una longitud de trabajo confiable, sin embargo no se puede prescindir del uso de las radiografías pues estas aportan valiosa información como la dirección y severidad de la curvatura que presenta un conducto radicular, por ello es recomendable el uso de ambos métodos dado que complementan la correcta instrumentación y obturación del conducto radicular.

## Bibliografía

- 1.-Lazarski, M.P., Walker, W.A., Flores, C.M., Schindler, W.G., Hargreaves KM "Epidemiological Evaluation of the Outcomes of Nonsurgical Root Canal Treatment in a Large Cohort of Insured Dental Patients" *J Endod.* 2001, 27:12791-796.
- 2.-Molven, O., Halse, A., Fristad, I., MacDonald-Jankowski, D. "Periapical changes following root canal treatment observed 20-27 years postoperatively". *Int Endod J*, 35, 784-790, 2002.
- 3.-Field, J.W., Guttman, J.L., Solomon, E.S., Rakusin, H. "A clinical radiographic retrospective assessment of the success rate of single-visit root canal treatment". *Int Endod J*, 2004, 37, 70-82.
- 4.-Vertucci, Frank J. "Root canal anatomy of the human permanent teeth" *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984;58: 589-599.
- 5.-Kulild, J.C., Peters, D.D. "Incidence and configuration of canal systems in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars" *J Endod:* 1990, 16: 311-317.
- 6.-Stropko, J.J. "Canal morphology of maxillary molars, clinical observations of canal configurations" *J Endod* 1990; 25: 446-450.
- 7.-Tasdemir, T., Aydemir, H., Inan, U., Unal, O. "Canal preparation with Hero 642 rotary NiTi instruments compared with stainless steel hand K-file assessed using computed tomography". *Int Endod J*, 38, 402408, 2005.
- 8.-Ricucci, D., Langeland, K. "Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study" *Int Endod J* 1998, 31, 394-409.
- 9.-Seltzer, S., Soltanoff, W., Sinai, I., Goldenberg, A., Bender, I.B. "Biologic aspects of Endodontics Part III. Periapical Tissue reactions to root canal instrumentation" *J Endod* 2004, 30, No. 7, 491-499.
- 10.-Sjogren, U., Hagglund, B., Sunqvist, G., Wing, K. "Factors affecting the long-term results of endodontic treatment" *J Endod* 1990, 16, 498-504.
- 11.-Ricucci, D., "Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review" *Int Endod J* 1998, 31, 384-393.
- 12.-Ferraz, C.C.R., Gomes, N.V., Gomes, B.P., Zaia, A.A., Teixeira, F.B., Souza-Filho, F.J. "Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques" *Int Endod J*, 2001, 34, 354-358.
- 13.-Wada, M., Takase, T., Nakanuma, K., Arisue, K., Nagahama, F., Yamasaki, M., "Clinical study of refractory apical periodontitis treated by apicectomy. Part 1. Root canal morphology of resected apex" *Int Endod J*, 1998, 31, 53-56.
- 14.-Vertucci, Frank J. "Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures" *Endodontics Topics* 2005, 10, 3-29.
- 15.-Mizutani, T., Ohno, N., Nakamura, H. "Anatomical study of the root apex in the maxillary anterior teeth" *J Endod* 1992; 18, 344-347.
- 16.-Ponce, E.H., Vilar, Fernández J.A. "The cemento-dentinal junction, the apical foramen and the apical constriction: evaluation by optical microscopy" *J Endod* 2003; 29, 214-219.
- 17.-Saad, A.Y., Al-Yahya, A.S. "The location of the cemento dentinal junction in single-rooted mandibular first premolars from Egyptian and Saudi patients: a histological study" *Int Endod J* 2003; 36, 541-544.
- 18.-Kuttler, Yuri "Microscopic investigation of root apices" *JADA*, 1955, 50, p. 544-552.
- 19.-Mjör, I.A., Smith, M.R., Ferrari, M., Manocci, F. "The structure of dentine in apical region of human teeth" *Int Endod J*, 2001, 34, 346-353.
- 20.-Pécora, J.D., Saquy, P.C., Sousa, Neto M.D., Woelfel, J.B. "Root form and canal anatomy of maxillary first premolar" *Braz Dent J*, 1991, 2, p.87-94.
- 21.-Siqueira, J.F. "Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks" *Endodontics Topics* 2005, 10, 123-147.
- 22.-Gutiérrez, J.H., Brizuela, C., Villota, E. "Human teeth with periapical pathology alter overinstrumentation and overfilling of the root canals: a scanning electron microscopic study" *Int Endod J*, 1999, 32, p. 40-48.
- 23.-Vanni, J.R., Santos, R., Limongi, O., Guerisoli, D.M.Z., Capelli, A., Pecora, D.J. "Influence of cervical pleflaring on determination of apical file size in Maxillary Molars: SEM analysis" *Braz Dent J*, 2005; 16, 3, 181-186.
- 24.-Laguna, C.M.A., Zinman, E.H., Kuttler, K.S., "Comparison of the first file that's fits at the apex, before and after early flaring" *J Endod* 2001, 27, 2, 113-116.
- 25.-Gordon, M.P.J., Chandler, N.P., "Electronic apex locators" *Review, Int Endod J*, 2004, 37, 425-437.
- 26.-Gutiérrez, J.H., Aguayo, P. "Apical foramina openings in human teeth, number and location" *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1995; 79, 769-777.
- 27.-Tamse, A., Kaffe, I., Fishel, D. "Zygomatic arch interference with correct radiographic diagnosis in maxillary molar endodontics" *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol*, 1980, 50, 563-565.
- 28.-ElAyouti, A., Weiger, R., Lost, C. "Frequency of overinstrumentation with an acceptable radiographic working length" *J Endod*, 2001, 27, 1, 49-52.
- 29.-Olson, A.K., Goerig, A.C., Cavataio, R.E., Luciano, J. "The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen" *Int Endod J*, 1991, 24, 28-35.
- 30.-Chargoy, L.M.C., García, A.R.L., Araiza, T.M., "Estudio comparativo de la distorsión de la longitud de trabajo en imágenes obtenidas con radiografías convencionales y radiovisiografía" *Rev Odontol Mex*, 2002 año 6, Nums. 23-24 p.18-25.
- 31.-Avinash, M., Kamath, P.M. "Canal length estimation in curved root canals- A comparison between conventional and direct digital radiography" *Endodontology* 2002, 14, 52-60.
- 32.-Shearer, A.C., Mullane, E., Macfarlane, T.V., Gröndahl, H.G., Horner, K. "Three phosphor plate systems and film compared for imaging root canals" *Int Endod J*, 2001, 34, 275-279.
- 33.-Lozano, A., Forner, L., Llena, C. "In vitro comparison of root-canal measurements with conventional and digital radiology" *Int Endod J*, 2002, 35, 542-550.
- 34.-Akdeniz, B.G., Sogur, E. "An ex vivo comparison of conventional and digital radiography for perceived image quality of root fillings" *Int Endod J*, 2005, 38, 397-401.
- 35.-Custer, L.E. "Exact method of locating the apical foramen" *J Natl Dent Assoc* 1918; 5, 815-819.
- 36.-Sunada, Imao. "New method for measuring the length of the root canal" *J Dent Res* 1962; 41, 375-387.
- 37.-Kobayashi, C. "Electronic canal length measurement" *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1995, 95, 94-100.
- 38.-Inoue, N. "An audiometric method for determining the length of root canals" *J Can Dent Assoc*, 1973, 39, 630-636.
- 39.-Inoue, N., Skinner, D.H. "A simple and accurate way to measuring root canal length" *J Endod*, 1985, 11, 421-427.
- 40.-Fouad, A.F., Krell, K.V., Mc Kendry, D.J., Koorbusch, G.F., Olson, R.A. "Clinical evaluation of five electronic root canal length measuring instruments" *J Endod*, 1990, 16, 446-449.
- 41.-Frank, A.L., Torabinejad, M. "An in vivo evaluation of Endex electronic apex locator" *J Endod*, 1993, 19, 177-179.
- 42.-Arora, R.K., Gulavibala, K. "An in vivo evaluation of the Endex and RCM Mark II electronic apex locators in root canal with different contents" *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995, 79, 497-503.
- 43.-Kobayashi, C., Suda, H. "New electronic canal measuring device based on the ratio method" *J Endod* (1994) 20, 1111-1114.
- 44.-Tinaz, A.C., Alacam, Topuz O. "A simple model to demonstrate the electronic apex locator" *Int Endod J*, 2002, 35, 940-945.
- 45.-Tinaz, A.C., Sevimli, S., Gorgul, G., Turkoz, E.G. "The effects of sodium hypochloride concentrations on the accuracy of an apex locating device" *J Endod* 2002, 28, 3, 160-162.
- 46.-Kumar, S.S., Chacko, Y., Lakshminarayanan, L. "A simple model to demonstrate the working of electronic apex locators" *Endodontology* 2004 16, 50-53.
- 47.-Pagavino, G., Pace, R., Baccetti, T. "A SEM study of in vivo accuracy of the Root ZX electronic apex locator" *J Endod*, 1998, 24, 43841.
- 48.-Vajrabhaya, L., Tepmongkol, P. "Accuracy of apex locator" *Endod Dent Traumatol* 1997, 13, 180-182.
- 49.-ElAyouti, A., Weiger, R., Lost, C. "The ability of Root ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length" *J Endod*, 2002, 28, 116-119.
- 50.-Steffen, H., Splieth, C.H., Berh, K. "Comparison of measurements obtained with hand files or the Canal Leader attached to electronic apex locators: an in vitro study" *Int Endod J* 1999, 32, 103-109.
- 51.-Campbell, D. et al. "Apical extent of rotary canal instrumentation with an apex locating handpiece in vitro" *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998, 85, 319-24.
- 52.-Grimberg, F., Banegas, G., Chiacchio, L., Zmener, O. "In vivo determination of root canal length; a preliminary report using the Tri Auto ZX apex-locating handpiece" *Int Endod J* 2002, 35, 590-593.
- 53.-Alves, A.M.H., Felipe, M.C.S., Felipe, W.T., Rocha, J.C. "Ex vivo evaluation of the capacity of the Tri Auto ZX to locate the apical foramen during root canal retreatment" *Int Endod J*, 2005, 38, 718-724.
- 54.-Pommer, A., Stamm, O., Attin, T. Influence of the canal contents on the electrical assisted determination of the length of root canals" *J Endod* 2002, 28, 83-85.
- 55.-Kauffman, A.Y., Keila, S., Yoshpe, M. "Accuracy of new apex locator: an in vitro study" *Int Endod J* 2002, 35, 186-192.
- 56.-Tinaz, A.C., Maden, M., Aydin, C., Turkoz, E. "The accuracy of three different electronic root canal measuring devices: an in vitro evaluation" *J Oral Sci* 2002, 44, 91-95.
- 57.-Tselnik, M., Baumgartner, C.J., Marshall, G.J. "An evaluation of Root ZX and Elements Diagnostic Apex Locators" *J Endod* 2005, 31, 507-509.
- 58.-Plotnik, G., Grande, N.M., Brigante, L., Lesti, B., Somma, F. "Ex vivo accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and ProPex" *Int Endod J* 2006, 39, 408-414.
- 59.-Thomas, A.S., Hartwell, G.R., Moon, P.C. "The accuracy of the Root ZX electronic apex locator using stainless steel and nickel-titanium files" *J Endod* 2003, 29, 10, 662-663.
- 60.-Kauffman, A.Y., Fuss, Z., Kelia, S., Waxenberg, S. "Reliability of different electronic apex locators to detect root perforations in vitro" *Int Endod J*, 1997, 30, 403-407.
- 61.-Azabal, M., García, Otero D., De la Macorra, J.C. "Accuracy of the Justy II apex locator in determining working length in simulated horizontal and vertical fractures" *Int Endod J*, 2004, 37, 174-177.
- 62.-Ebrahim, A.K., Wadachi, R., Suda, H. "Accuracy of three different electronic apex locators in detecting simulated horizontal and vertical root fractures" *Aust Endod J* 2006, 32, 64-69.
- 63.-Schaeffer, M.A., White, R.R., Walton, R.E. "Determining the optimal obturation length: A meta-analysis of literature" *J Endod* 2005, 31, 4, 271-274.