

Actualización en endodoncia 2010

C. Canalda Sahli¹, J. Pumarola Suñé², E. Berástegui Jimeno²

¹Catedrático. Investigador del Instituto IDIBELL. ²Profesor Titular. Investigador del Instituto IDIBELL. Patología y Terapéutica Dental, Facultad de Odontología, Universidad de Barcelona



Correspondencia: Carlos Canalda Sahli, Instituto de Investigación IDIBELL, Mallorca 173 2º 2ª, 08036 Barcelona. E-mail : 6258ccs@comb.cat

RESUMEN

Los autores revisan los artículos publicados en las revistas científicas más significativas en el ámbito de la endodoncia durante el año 2010, comparándolos entre ellos, con otros anteriores y con los conceptos clásicos de la endodoncia.

PALABRAS CLAVE

Patología pulpo-periapical; Diagnóstico bucal; Tratamiento de conductos radiculares; Medicamentos endodóncicos; Materiales de obturación de conductos radiculares; Obturación de conductos radiculares; Traumatología dental.

ABSTRACT

The authors review the articles published in the most relevant journals concerning endodontics during the last year 2010, making a comparison between them, as well as with other older ones and with classic concepts in endodontics.

KEY WORDS

Pulpal pathology; Periapical pathology; Oral diagnosis; Root canal therapy; Root canal medicaments; Root canal filling materials; Root canal obturation; Dental traumatology.

PATOLOGÍA PULPO-PERIAPICAL

Anatomía de los conductos radiculares

Valencia de Pablo y cols.⁽¹⁾ efectuaron una revisión de 41 artículos sobre la anatomía interna del primer molar inferior permanente. La incidencia de una tercera raíz fue del 13%, ligada a rasgos étnicos. Tres conductos se hallaron en el 61,3%, cuatro en el 35,7% y cinco en el 1%. La raíz mesial presentaba dos conductos en el 94,4% y tres en el 2,3%; la configuración más frecuente era el tipo IV de Vertucci (dos conductos separados con un foramen cada uno) en el 52,3% seguida del tipo II (dos conductos que se unen con un foramen único) en el 35%. En la raíz distal la configuración más frecuente era el tipo I (un conducto con un foramen) en el 62,9% seguida de los tipos II en el 14,5% y IV en el 12,4%. Existe un istmo entre ambos conductos en el 54,8% en la raíz mesial y en el 20,2% de la distal. Gani y cols.⁽²⁾ creen que la mayoría de terceros conductos son en realidad istmos ya que solo los encontraron en adolescentes y en algún joven.

Degenness y Bowles⁽³⁾ estudiaron la raíz mesiovestibular de 153 molares superiores. Hallaron un conducto en el 20% y en el 38,1% de los primeros y segundos molares respectivamente. Cuando encontraron dos la distancia promedio entre ambos conductos era de 1,2 mm en los primeros y de 1,78 en los segundos.

Martos y cols.⁽⁴⁾ investigaron la morfología del ápice radicular y la del foramen mayor en 845 dientes de ambas arcadas. La forma más frecuente del ápice era la redondeada (35,1%); la más habitual del foramen era la de sección redonda (52,9%) seguida de la oval (25,2%). La localización más frecuente era en el centro de la raíz.

Microbiología de los conductos radiculares

Ricucci y Siqueira⁽⁵⁾ evaluaron la prevalencia de biofilms bacterianos a partir de 106 muestras tomadas de dientes extraídos o que habían sufrido una apicectomía. Hallaron biofilms en todos los dientes con periodontitis crónica sin que pudiera identificarse un patrón único. Era más frecuente su asociación con lesiones de evolución crónica y con lesiones de gran tamaño, tanto granulomatosas como quísticas, sin encontrar ninguna correlación entre tipos de biofilms y semiología clínica.

Yang y cols.⁽⁶⁾ investigaron la microbiota a partir de exudados de abscesos periapicales en dientes temporales

mediante la reacción en cadena de la polimerasa. Identificaron 17 especies bacterianas. Las más prevalentes fueron: *Prevotella* (24%), *Fusobacterium* (11,7%), *Porphyromonas* (13,9%), *Lactobacillus* (11,3%), *Peptostreptococcus* (8,3%), *Streptococcus* (6,4%), *Eubacterium* (3,8%), *Campylobacter* (3,3%), *Treponema* (2,6%) y *Bulleida* (2,6%).

Rôças IN y Siqueira Jr JF⁽⁷⁾ detectaron *Porphyromonas gingivalis* en un 36% de las muestras (44% en formas crónicas y 28% en abscesos agudos). De los seis genotipos del fim A (fimbrias largas) en las formas crónicas el más frecuente era el IV y en las agudas el tipo II.

Skucaite y cols.⁽⁸⁾ investigaron la susceptibilidad a los antibióticos de las bacterias anaerobias estrictas y facultativas cultivadas a partir de exudados de dientes con periodontitis sintomáticas. La penicilina G, la amoxicilina y la ampicilina fueron eficaces contra las distintas especies bacterianas en alto grado. La clindamicina lo fue frente a un 73,8% y la eritromicina frente al 54%. Un 40% de las especies fueron resistentes al metronidazol.

Hernádi y cols.⁽⁹⁾ investigaron la prevalencia, actividad y correlación con la semiología de los virus de Epstein-Barr y el citomegalovirus en lesiones apicales crónicas sintomáticas y asintomáticas. Solo pudieron detectar citomegalovirus en el 10% de las lesiones mientras que el virus de Epstein-Barr lo detectaron en el 50% de las lesiones. La presencia de este último se correlacionó con las lesiones de tamaño elevado, superiores a 5 milímetros de diámetro, pero no con la semiología.

Patogenia

Martinho y cols.⁽¹⁰⁾ investigaron los exudados de los conductos de dientes con lesiones periapicales crónicas. La antigenicidad no dependía solo de la tasa de endotoxinas hallada sino también del número de especies bacterianas Gram negativas detectadas. Las lesiones superiores a dos milímetros de diámetro se correlacionaban con una tasa elevada de endotoxinas y de interleucina-1 β (IL-1 β). Las especies Gram negativas más prevalentes fueron *Prevotella nigrescens*, *Porphyromonas endodontalis* y *Treponema socranski*. La presencia de fístula se asoció con la detección de *Fili-factor alois* y la existencia de una lesión superior a dos milímetros con la detección de *Treponema denticola*.

Bruno y cols.⁽¹¹⁾ investigaron las características histológicas celulares de la inflamación en dientes con pulpitis irreversible. Pudieron establecer dos patrones microscópicos:

G1, con intenso infiltrado celular y escasa aposición de colágeno, y G2, con escaso infiltrado celular e intensa aposición de colágeno. En G1 hallaron un porcentaje superior de macrófagos, mastocitos, linfocitos B y vasos sanguíneos que en G2. Sin embargo, en G2 hallaron un porcentaje superior de linfocitos T CD4 favorecedores y de células de memoria.

Marçal y cols.⁽¹²⁾ investigaron la naturaleza del infiltrado inflamatorio de 50 lesiones radiculares (25 granulomas y 25 quísticas). Predominaban las células mononucleares, especialmente en los quistes. Los mastocitos eran más frecuentes en los granulomas. En ambas lesiones estaba elevada la tasa de IL-17 secretada por los linfocitos favorecedores Th 17. Una tasa elevada de IL-17 y de neutrófilos se correlacionó con las reorganizaciones.

El neuropéptido Y (NPY) se halla en el sistema nervioso parasimpático y su efecto se ejerce a través de receptores proteicos. Interviene en la angiogénesis y modula la inflamación, presentando un efecto inhibitorio de los neurotransmisores sensoriales liberados en las pulpas inflamadas. En ellas, Rethnam S y cols.⁽¹³⁾ encontraron que los linfocitos y los granulocitos expresaban la presencia del NPY Y1, lo que no observaron en pulpas sanas.

Tras la preparación del conducto se liberan en el periodonto apical neuropéptidos como la sustancia P (SP) y el péptido relacionado con el gen de la calcitonina (CGRP). Caviedes Bucheli y cols.⁽¹⁴⁾ instrumentaron conductos radiculares de premolares con ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), RaCe (FKG, La-Chaux des Fonds, Suiza), Mtwo (VDW, Munich, Alemania) y técnica manual. Tras extraer los dientes evaluaron la expresión de ambos neuropéptidos en la zona periapical. La mayor expresión se halló en sentido decreciente con ProTaper, técnica manual, RaCe y Mtwo, con diferencias significativas entre ellos y sin diferencias entre Mtwo y dientes sin preparar.

Patología

Segura Ejea y cols.⁽¹⁵⁾ investigaron la prevalencia de periodontitis apical y de tratamiento de conductos radiculares en pacientes hipertensos comparándola con pacientes sanos. No hallaron diferencias.

Llamas Carreras y cols.⁽¹⁶⁾ investigaron la reabsorción radicular externa en 77 pacientes con un diente endodonciado antes de iniciar un tratamiento ortodóncico, comparándola con su contralateral. No observaron diferencias en la reabsorción entre diente endodonciado y diente vital.

El uso sistémico de inmunodepresores puede afectar a la reparación tisular. Mahmoud y cols.⁽¹⁷⁾ comprobaron en protecciones pulpares efectuadas en perros que habían tomado inmunodepresores (ciclosporina A, prednisona) una falta de reparación con tejidos calcificados con la ciclosporina y una reparación parcial con la prednisona.

DIAGNÓSTICO

Diagnóstico pulpar

Yoon y cols.⁽¹⁸⁾ investigaron las imágenes obtenidas en los registros realizados mediante un dispositivo de ultrasonidos Doppler en dientes sanos y sus contralaterales endodonciados. Una serie de parámetros permitían verificar el flujo sanguíneo en los dientes sanos y su ausencia en los endodonciados.

Berman y Kuttler⁽¹⁹⁾ estudiaron 77 dientes con necrosis pulpar y la corona sin caries ni restauraciones para identificar fisuras. Tras extraerlos apreciaron en todos ellos fisuras que se iniciaban en la corona y que alcanzaban la superficie externa radicular. Creen que estos dientes tienen mal pronóstico y que la mejor opción es la extracción.

Burgener y cols.⁽²⁰⁾ comprobaron como el contenido proteico en el fluido del surco gingival de dientes con periodontitis apical era significativamente más elevado que en sus contralaterales sanos, lo que podría ser un marcador biológico para el diagnóstico de las periodontitis apicales.

Radiodiagnóstico

Özer⁽²¹⁾ provocó fracturas al preparar conductos radiculares con distinto grosor de las paredes radiculares *in vitro*. Mediante tomografía computarizada de haz cónico pudo evidenciar más fracturas que con las radiografías digitales. Kim y cols.⁽²²⁾ comprobaron como con este tipo de tomografía se podía determinar con precisión la distancia entre el ápice de los molares inferiores y el conducto mandibular.

Neelakantan y cols.⁽²³⁾ comprobaron como para el estudio de la anatomía interna dental era tan eficaces las técnicas con colorantes y diafanización dental como su estudio mediante tomografía computarizada de haz cónico o tomografía computarizada continuada. Michetti y cols.⁽²⁴⁾ llegaron a una conclusión similar comparando la tomografía de haz cónico con cortes histológicos dentales.

Sousa Melo y cols.⁽²⁵⁾ investigaron la influencia de los pernos colados sobre la capacidad de visualizar fracturas radiculares verticales mediante tomografía computarizada de haz cónico. La presencia de pernos no influyó en el diagnóstico. Rosenberg y cols.⁽²⁶⁾ investigaron en 45 pacientes programados para apicectomía la capacidad de la tomografía de haz cónico para distinguir entre quistes y granulomas. Concluyeron que esta técnica no era efectiva para efectuar este diagnóstico diferencial. Solo el estudio histopatológico permitió distinguir entre granulomas y quistes.

Hassan y cols.⁽²⁷⁾ compararon la precisión de cinco dispositivos para efectuar tomografías computarizadas de haz cónico para diagnosticar fracturas verticales. Hubo diferencias entre ellos siendo más eficaces los cortes verticales.

Control del dolor

Wali y cols.⁽²⁸⁾ evaluaron el efecto anestésico en molares inferiores mediante anestesia troncular con lidocaína al 2% con epinefrina al 1:100.000, inyectando 1,8 ml o 3,6 ml, o con epinefrina al 1:50.000. No hallaron diferencias entre ellas. Similares resultados encontraron Pfeil y cols.⁽²⁹⁾ en los molares superiores.

Batista da Silva y cols.⁽³⁰⁾ comprobaron un mayor efecto anestésico y de mayor duración con anestesia troncular del nervio dentario inferior con articaína al 4% que con lidocaína al 2%, ambas con epinefrina al 1:100.000. Nuzum y cols.⁽³¹⁾ investigaron la eficacia para anestesiar incisivos laterales con articaína al 4% con epinefrina al 1:100.000. En un grupo se inyectó 1,8 ml por vestibular y 1,8 ml por lingual; en el otro grupo solo se inyectó por vestibular y solución salina por lingual. La tasa de éxitos en el primero fue del 98% y en el segundo del 76%, evaluado mediante un test eléctrico. Parirokh y cols.⁽³²⁾ comprobaron como la inyección infiltrativa vestibular de 1,8 ml tras la anestesia troncular con 1,8 ml daba lugar a un efecto anestésico significativamente superior a la anestesia troncular exclusiva con 1,8 ml o con 3,6 ml de solución anestésica.

Se ha investigado si la administración vía oral de algún medicamento (ibuprofeno, ketorolaco, placebo) una hora antes de inyectar anestesia incrementaba su eficacia; pero no se hallaron diferencias significativas entre ellos^(33,34). Sin embargo, Parirokh y cols.⁽³⁵⁾ encontraron que la premedicación oral con 600 mg de ibuprofeno o 75 mg de indometacina incrementaba el efecto anestésico en dientes inferiores con pulpitis irreversible.

Jalalzadeh y cols.⁽³⁶⁾ comprobaron como la administración de 30 mg de prednisolona 30 minutos antes de iniciar un tratamiento de conductos radiculares reducía el dolor postoperatorio en periodos de 6, 12 y 24 horas.

Éxito clínico

Ng y cols.⁽³⁷⁾ revisaron el éxito del tratamiento de conductos radiculares a partir de 14 estudios publicados entre 1993 y 2007. En un periodo entre dos y diez años permanecían en boca entre el 86% y el 93% de los dientes tratados. Identificaron cuatro factores importantes en la supervivencia de los dientes tratados que en orden decreciente fueron: la correcta restauración coronal, la existencia de dientes adyacentes con un buen punto de contacto, que el diente no sea pilar de una prótesis removable o fija y el tipo de diente (peor pronóstico en los molares).

Un dolor persistente de mayor o menor intensidad puede prolongarse durante varios meses tras un tratamiento endodóncico correcto. Nixdorf y cols.⁽³⁸⁾ efectuaron un metaanálisis y lo estimaron existente en un 5,3% de casos, no mejorando con un retratamiento.

PREPARACIÓN DE LOS CONDUCTOS RADICULARES

Determinación de la longitud de trabajo

Tennert y cols.⁽³⁹⁾ investigaron la discrepancia entre el calibre de la primera lima que alcanzaba la constricción apical sin y tras preparar una cavidad de acceso radicular mediante FlexMaster (VDW, Munich, Alemania), ProTaper (Dentsply, Konstanz, Alemania) y RaCe (FKG, La Chaud des Fonds, Suiza). Los conductos preparados con RaCe mostraron la menor discrepancia entre la lima que ajustaba en la zona apical antes y después de preparar la cavidad de acceso radicular.

Ding y cols.⁽⁴⁰⁾ investigaron la capacidad para localizar el foramen menor (constricción apical) y su relación con el foramen mayor *in vitro*. Utilizaron el Root ZX (J. Morita, Kioto, Japón), Rayapex 5 (VDW, Munich, Alemania) y Elements Apex Locator (SybronEndo, Anaheim, CA, EUA). Cuando el dispositivo señalaba el foramen menor la punta de la lima estaba más próxima al foramen mayor con Root ZX (a 0,261 mm), seguido de Rayapex 5 (a 0,376 mm) y de Elements (a 0,383 mm).

Stoll y cols.⁽⁴¹⁾ evaluaron *in vitro* la precisión de las determinaciones en el espacio de los tres milímetros apicales del conducto mediante cuatro localizadores: dos derivados del Root ZX, Dentaport ZX y Rott ZX Mini, Raypex 5 y Elements Apex Locator. La mayor precisión se consiguió con los dos primeros. Semejantes resultados obtuvieron Guise y cols.⁽⁴²⁾, D'Assunção y cols.⁽⁴³⁾ evaluaron la precisión y el coeficiente de medidas repetidas con tres localizadores: Root ZX II, Elements Apex Locator y Novapex (Forum, Rishon Le-Zion, Israel). Todos fueron precisos y el coeficiente correcto; sin embargo, Root ZX II en el 42% de las determinaciones la punta de la lima se encontraba en la constricción apical lo que no sucedía con los otros localizadores.

Vello Moura y cols.⁽⁴⁴⁾ evaluaron en 20 incisivos temporales extraídos con al menos dos tercios de su raíz la precisión de varias técnicas para determinar la longitud de trabajo: técnica táctil, radiográfica, táctil y radiográfica, radiografía y el localizador electrónico Root ZX. Este último mostró una mayor precisión. La superioridad de los localizadores electrónicos también fue la conclusión de la investigación de Vieyra y cols.⁽⁴⁵⁾.

Propiedades físicas y rotura de los instrumentos

Zinelis y cols.⁽⁴⁶⁾ evaluaron la composición elemental, la microestructura y dureza de 10 instrumentos rotatorios de níquel-titanio. El contenido de níquel oscilaba entre el 52,1% y el 56,2% y el de titanio entre el 43,8% y el 47,9%. La estructura cristalográfica era austenita. No hallaron correlación entre contenido en níquel y dureza del instrumento. Todos estaban elaborados por torneado y no presentaban memoria de forma ni propiedades de superelasticidad.

Plotino y cols.⁽⁴⁷⁾ evaluaron la influencia de la sección de conductos simulados de resina con la misma curvatura (60°) y radio (5 mm) sobre la resistencia a la rotura en una prueba de fatiga cíclica de 10 ProFiles 20/.06 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) y 10 Mtwo 25/.06 (VDW, Munich, Alemania). Pequeñas variaciones del diámetro y morfología de los conductos influyeron en los resultados. En otra investigación efectuaron una prueba de fatiga cíclica en conductos simulados de acero inoxidable con una curvatura de 90° y un radio de 2 mm, iniciándose la curvatura a 2,5 mm del punto final del conducto. Evaluaron 10 instrumentos ProTaper F2 (25/.08), FlexMaster 25/.06, Mtwo 25/.06 y ProFile 25/.06. La mayor resistencia la mostró Mtwo y la menor ProTaper⁽⁴⁸⁾.

Necchi y cols.⁽⁴⁹⁾ evaluaron el comportamiento de dos limas de níquel-titanio del mismo fabricante: ProTaper F1 y GT .06. GT mostró mejor comportamiento bajo requerimientos de flexión y ProTaper bajo los de torsión.

Aidin y cols.⁽⁵⁰⁾ evaluaron la resistencia a la fatiga cíclica de instrumentos RaCe nuevos y usados, de los calibres 30/.06, 30/.02, 25/.04 y 25/.02, en conductos metálicos curvos. Todos los instrumentos usados fueron significativamente menos resistentes. Lopes y cols.⁽⁵¹⁾ comprobaron como el tratamiento de la superficie de los instrumentos RaCe mediante electropulido incrementaba su resistencia a la fatiga cíclica. Condorelli y cols.⁽⁵²⁾ comprobaron en los mismos instrumentos como un tratamiento térmico (350-500°C) también mejoraba su resistencia. Praisarnti y cols.⁽⁵³⁾ constataron como el electropulido de la superficie de los instrumentos FlexMaster y RaCe incrementaba su resistencia a la corrosión ante las soluciones de hipoclorito sódico y su resistencia ante las pruebas de fatiga cíclica. Gavini y cols.⁽⁵⁴⁾ verificaron como la implantación de iones de nitrógeno en la superficie de limas K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) aumentaba su resistencia a la rotura en las pruebas de fatiga cíclica.

M-wire es una aleación de níquel-titanio sometida a tratamiento térmico para aumentar su flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica. Las limas GTX (Dentsply) están elaboradas con M-wire. Al-Hadla y cols.⁽⁵⁵⁾ evaluaron la resistencia a la fatiga cíclica de limas GTX, GT y ProFile calibre 30/.04. Las primeras fueron las más resistentes, sin diferencias significativas entre las otras dos. Recientemente se han presentado las limas ProFile Vortex (Dentsply, Tulsa, OK, EUA) fabricadas con M-wire que también son más resistentes a la fatiga cíclica, aun utilizándolas a velocidades de giro más rápido, 500 rpm⁽⁵⁶⁾.

Las limas Twisted Files o TF (SybronEndo) están fabricadas por torsión, previo sometimiento de la aleación metálica a un tratamiento térmico. Kim y cols.⁽⁵⁷⁾ evaluaron la resistencia de limas TF calibre 25/.06 sometidas a una prueba de fatiga cíclica comparándolas con limas RaCe, ProTaper F1 y Helix (Diadent, Chongju, Corea) de tamaños similares. Las TF fueron las más resistentes; el patrón de fractura era distinto entre las limas electropulidas (TF y RaCe) y las que no lo estaban (ProTaper y Helix). Oh y cols.⁽⁵⁸⁾ también encontraron en una prueba de fatiga cíclica que las limas TF eran más resistentes a la rotura que K3, ProFile y RaCe.

Una de las novedades interesantes de este año es la introducción del movimiento rotatorio recíproco como alternativa al rotatorio continuo, lo que ya fue propuesto en 2008

por Yared⁽⁵⁹⁾ utilizando una sola lima (ProTaper F2). DeDeus y cols.⁽⁶⁰⁾ evaluaron la resistencia a la fatiga cíclica de la misma lima en rotación horaria continua a 250 rpm y a 400 rpm y en movimiento rotatorio recíproco. Los instrumentos sometidos a este último movimiento fueron más resistentes y respecto a los que efectuaron rotación continua resistieron más a 250 rpm que a 400 rpm. También demostraron que no existía diferencias respecto a la extrusión de residuos más allá del foramen apical instrumentando con rotación recíproca y la lima F2 que con la secuencia habitual de ProTaper⁽⁶¹⁾. You y cols.⁽⁶²⁾ investigaron la resistencia a la rotura de F2 preparando conductos curvos de molares mediante movimiento recíproco hasta que el instrumento se rompía. El promedio de vida de la lima fue de 10,60 conductos. Concluyeron que se podían utilizar con seguridad para preparar seis conductos y que el tiempo empleado era menor que con la rotación horaria continua.

Wan y cols.⁽⁶³⁾ comprobaron instrumentando dientes con movimiento recíproco y diversos instrumentos como un factor determinante era el área de la sección transversal, mientras que el número de espiras era poco determinante.

El instrumento más interesante para preparar los conductos radiculares fue presentado este año por Metzger y cols.⁽⁶⁴⁾ con el nombre de Self Adjusting File (SAF) (ReDent-Nova, Ra'anana, Israel). Se trata de una lima hueca en su interior diseñada como un delgado cilindro de 1,5-2 mm de diámetro; sus paredes están formadas por unos delgadísimos alambres de níquel-titanio, como una celosía flexible, que le permite adaptarse a la diversas secciones del conducto radicular. Se utiliza una sola lima por diente accionada por un motor que transmite al contraángulo y a la lima unas 3.000 a 5.000 vibraciones lineales por minuto con una amplitud de 0,4 mm. El corte de la dentina se produce por abrasión sin deformar el conducto acompañado de un flujo continuo de una solución de irrigación activada por la vibración de la lima y que fluye por el interior de la misma. Un dispositivo de irrigación (VATEA, ReDent-Nova) se conecta al contraángulo, proporcionando un flujo de 1 a 10 ml/min.

Hof y cols.⁽⁶⁵⁾ evaluaron las propiedades físicas de las limas SAF y su degradación tras trabajar en los conductos radiculares tras un periodo de 10, 20 y 30 minutos. La lima era compresible de modo elástico a partir de un calibre de 1,5 mm. La compresión de las paredes de la lima, en un modo de trabajo lineal, junto con su abrasividad permitía la ampliación del conducto y la eliminación del tejido pulpar. No se

rompió ninguna lima en los periodos de tiempo estudiados. Tras 30 minutos perdía un 40% de su eficacia. La solución de irrigación no se extruyó más allá del foramen apical.

Tras su uso es habitual limpiar y esterilizar las limas. Popovic y cols.⁽⁶⁶⁾ evaluaron la presencia de residuos orgánicos mediante la tinción de van Gieson en limas usadas que habían sido limpiadas antes de su esterilización mediante uno de los siguientes procedimientos: limpieza manual e inmersión en alcohol, inmersión en desinfectantes comerciales o limpieza en un baño de ultrasonidos. La presencia de residuos era respectivamente del 34%, 25% y 5%.

Instrumentación

González Sánchez y cols.⁽⁶⁷⁾ investigaron el transporte apical producido al permeabilizar el foramen apical 1 mm más allá de la longitud de trabajo mediante una lima de acero inoxidable calibre 08, un ensanchador calibre 10 o un espaciador digital XF. El porcentaje de transporte fue respectivamente del 9%, 12% y 44%, sin diferencias significativas entre los dos primeros.

Paqué y cols.⁽⁶⁸⁾ investigaron mediante tomografía microcomputarizada el ajuste a las paredes de la zona apical del conducto de la primera lima que encaja en ella. Tras preparar una cavidad de acceso radicular en los dos tercios coronales del conducto y determinar la longitud de trabajo con una lima calibre 06 fueron incrementando el calibre de las limas hasta hallar la primera que ajustaba a las paredes a nivel de la zona final del conducto. Comprobaron como el volumen ocupado por la sección de la lima solo era un 40% del área total del conducto. También comprobaron con la misma tecnología como en la preparación de conductos ovalados con limas manuales o rotatorias quedaban numerosas zonas sin instrumentar⁽⁶⁹⁾.

Yin y cols.⁽⁷⁰⁾ hallaron que instrumentando molares inferiores con los conductos en C con instrumentos ProTaper se conseguía una mejor conformación de los mismos, pero no una mayor limpieza que empleando limas K manuales y trépanos Gates-Glidden. Fleming y cols.⁽⁷¹⁾ evaluaron la supervivencia de 984 dientes tratados endodómicamente en 857 pacientes. Un grupo de 459 dientes fueron tratados de modo clásico (instrumentación manual, condensación lateral). Otros 525 fueron tratados con técnicas modernas (instrumentación rotatoria con limas de níquel-titanio, condensación lateral o vertical). La evaluación clínica y radio-

lógica al cabo de años no mostró diferencias significativas entre ambos grupos.

Karabucak y cols.⁽⁷²⁾ no hallaron diferencias en cuanto al transporte apical o a la pérdida de longitud de trabajo instrumentando conductos mesiales de molares inferiores con los sistemas EndoSequence (Brasseler USA, Savannah, GA, EUA), de sección triangular con puntos de apoyo alternantes, y Guidance V-taper (Albuquerque, NM, EUA), con una sección parabólica sin planos radiales.

Setzer y cols.⁽⁷³⁾ instrumentaron conductos mesiovestibulares de molares superiores con distintas técnicas hasta el calibre 35. Después ampliaron la zona apical de los conductos con instrumentos Lightspeed (Discus Dental, Culver City, CA, EUA), con un segmento cortante de 2-3 mm, hasta el calibre 50. Comprobaron una ausencia de transporte apical por lo que aconsejan utilizar técnicas híbridas si deseamos aumentar el calibre apical para incrementar la limpieza de la zona final del conducto. Si se utilizan instrumentos con un segmento cortante habitual hasta calibres elevados, se produce una deformación en la zona apical de los conductos curvos⁽⁷⁴⁾.

Varela Patiño y cols.⁽⁷⁵⁾ evaluaron la resistencia a la rotura de instrumentos ProTaper S1, S2, F1, F2 y F3 sometidos a rotación horaria continua o alternante: 60° horario y 45° antihorario. Se prepararon conductos de molares con una curvatura de 30° hasta que el instrumento se rompía. La técnica alternante permitió un significativo mayor número de usos.

De Deus y cols.⁽⁷⁶⁾ evaluaron la limpieza conseguida en 24 conductos de sección circular y 24 ovales preparados con una lima ProTaper F2 en rotación horaria continua o recíproca. Investigaron los 3 mm apicales. En los conductos de sección circular no hallaron diferencias entre ambas técnicas, pero en los de sección oval quedaban más residuos con la técnica recíproca. Taha y cols.⁽⁷⁷⁾ compararon tres técnicas para preparar conductos ovales: instrumentación manual, el sistema alternante AET o Anatomic Endodontic Technology (Ultradent, South Jordan, UT, EUA) y el sistema rotatorio recíproco EndoWave (Morita, Osaka, Japón). Ninguna técnica consiguió una completa preparación y limpieza de los conductos aunque los mejores resultados se consiguieron con EndoWave. Hilú y cols.⁽⁷⁸⁾, efectuando secciones radiculares a 1 y 3 mm del ápice, hallaron un mejor centrado del conducto preparando diente con Mtwo que con ProTaper.

Metzger y cols.⁽⁷⁹⁾ evaluaron cuantitativamente mediante tomografía micro-computarizada la calidad de la prepa-

ración y obturación de los conductos radiculares tras prepararlos con la lima SAF o con las limas ProTaper hasta el calibre F3. Un alto porcentaje de las paredes de los conductos no fueron trabajadas mediante ProTaper (60%) y tampoco estuvieron en contacto con el material de obturación (45%). Ambos parámetros eran menores en los conductos preparados con las limas SAF: 17% y 17% respectivamente. Peter y cols.⁽⁸⁰⁾ evaluaron la capacidad de remoción de la dentina en 20 incisivos superiores mediante la misma metodología empleando limas SAF de 1,5 y 2 mm de calibre a una frecuencia de 83,3 Hz (5.000 movimientos lineales por minuto) y con una amplitud de 0,4 mm. La conformación era adecuada con un ligero mayor ensanchamiento con la lima de 2 mm. Con todo, quedaron algunas zonas del conducto sin instrumentar.

Metzger y cols.⁽⁸¹⁾ investigaron al microscopio electrónico de barrido (MEB) la limpieza de los conductos tras el uso de una lima SAF con irrigación continua de hipoclorito sódico al 3%, alternada con EDTA al 17%. Observaron una buena limpieza de las paredes de los conductos y la mayor parte de la dentina sin capa residual.

Siqueira y cols.⁽⁸²⁾ compararon *in vitro* la eficacia de dos sistemas para eliminar las bacterias de conductos ovales en incisivos inferiores y segundos premolares inferiores contaminados con un cultivo de *E. faecalis*. Se utilizó en un grupo el sistema RaCe irrigando con agujas Navitip (Ultradent, South Jordan, UT, EUA) a 3 mm de la longitud de trabajo. En el otro grupo se empleó el sistema SAF. En ambos grupos se irrigó con una solución de hipoclorito sódico al 2,5% durante toda la preparación, al final una solución de EDTA al 17% y una última irrigación con hipoclorito. SAF fue significativamente más eficaz que RaCe para eliminar las bacterias.

Irrigación

El calibre apical y la conicidad del conducto influyen en la actividad de la solución de irrigación. A mayor calibre mayor limpieza, pero también mayor peligro de ocasionar transporte apical. Boutsoukis y cols.⁽⁸³⁾ investigaron el flujo de una solución en conductos preparados con una conicidad del 6% y calibre apicales 25, 35, 45 y 55 empleando agujas con orificio lateral o abierto en la punta. Las primeras no aseguran el recambio de la solución, incluso con el calibre 55. Las abiertas en su extremo son más efectivas aunque hay más peligro de extrusión. Un cali-

bre 25 parece insuficiente para irrigar la zona final del conducto. En otra investigación concluyeron que las agujas de orificio lateral tenían que alcanzar la longitud de trabajo menos 1 mm y las de orificio en su extremo menos 2 mm⁽⁸⁵⁾. Con el dispositivo de irrigación de presión negativa EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA, EUA) Brunson y cols.⁽⁸⁶⁾ consideran suficiente un calibre 40/.04. La recapitulación con una lima K calibre 08 incrementa la penetración de la solución⁽⁸⁷⁾.

Stojicic y cols.⁽⁸⁸⁾ evaluaron la capacidad para disolver tejido conectivo de soluciones de hipoclorito sódico a concentraciones de 1%, 2%, 4% y 5,8%, a temperaturas de 37° C y de 45° C, con o sin agitación de la solución con ultrasonidos y añadiéndole o no un agente tensioactivo para disminuir la tensión superficial. La efectividad era mayor al aumentar la concentración, la temperatura, su agitación y la adición del agente tensioactivo.

Retamozo y cols.⁽⁸⁹⁾ investigaron el tiempo de actuación y la concentración de las soluciones de hipoclorito sódico necesarios para destruir totalmente unos cilindros de hueso bovino contaminados⁽⁹⁰⁾ con *E. faecalis*. Se precisaron 40 minutos y la única concentración efectiva fue la de 5,25% mientras que las de 1,3% y 2,5% no fueron totalmente efectivas. Papan y cols.⁽⁹¹⁾ comprobaron como el hipoclorito sódico era inhibido por la albúmina sérica lo que explica su peor comportamiento *in vivo* que en algunos experimentos *in vitro*. Vijaykumar y cols.⁽⁹²⁾ comprobaron una mayor eficacia antibacteriana alternando una solución de hipoclorito sódico al 3% con una de clorhexidina al 0,2%.

Una solución de ácido maleico al 7% se ha propuesto en substitución del EDTA ya que incrementa la eliminación de la capa residual, es biocompatible y la reducción de la microdureza de la dentina es similar en ambas soluciones. Ferrer Luque y cols.⁽⁹³⁾ investigaron la capacidad de una solución de ácido maleico al 7%, solo o combinado con cetrimida al 0,2%, así como el efecto de combinar la cetrimida con EDTA al 17% y con ácido cítrico al 15%, para eliminar *biofilms* de *E. faecalis*. Los *biofilms* se expusieron a las soluciones durante 30 segundos, un minuto y dos minutos. Se denominó erradicación a la eliminación del 100% de las bacterias. La combinación de ácido maleico con cetrimida los erradicaba en 30 segundos desde la concentración del 7% a la del 0,88%, mientras que la combinación de cetrimida con EDTA o con ácido cítrico precisaba un minuto. Arias Moliz y cols.⁽⁹⁴⁾ comprobaron cómo

alternando la irrigación con una solución de cetrimida y una de clorhexidina, el efecto antibacteriano era superior sobre los citados *biofilms* que cuando se utilizaban las soluciones por separado. Papan y cols.⁽⁹⁵⁾ observaron como la cetrimida aumentaba el efecto antibacteriano de MTAD (Dentsply, Tulsa, OK, EUA) y de un preparado similar Tetraclean (Ogna, Milán, Italia).

El dióxido de cloro posee capacidad para disolver el tejido conectivo y es bactericida. Se ha propuesto como solución de irrigación. Cobankara y cols.⁽⁹⁶⁾ comprobaron como su capacidad para disolver pulpas bovinas era similar a la de una solución de hipoclorito sódico al 5,25%.

Chandra y cols.⁽⁹⁷⁾ evaluaron en dientes instrumentados *in vitro* la capacidad de distintas soluciones para erradicar la *Candida albicans* que se inoculó en los conductos. Emplearon hipoclorito sódico al 5,25%, clorhexidina al 2% y EDTA al 17% con o sin la adición de un antifúngico, clotrimazol al 1%. La solución más eficaz fue esta última por lo que recomiendan efectuar una última irrigación con EDTA y clotrimazol al 1%.

Rasimick y cols.⁽⁹⁸⁾ comprobaron que los residuos de distintas soluciones de irrigación que quedan en el interior de los conductos radiculares tras su secado continúan teniendo efecto de inhibición microbiana durante un cierto tiempo. Destaca la clorhexidina por su efecto a largo plazo.

Distintas técnicas se han empleado para mejorar la limpieza final de los conductos y la eliminación de la capa residual mediante quelantes. El uso de dispositivos sónicos y ultrasónicos en general ha mostrado una mayor efectividad que la irrigación con una aguja, aunque los resultados no son concluyentes. Uroz Torres y cols.⁽⁹⁹⁾ no hallaron una mayor eliminación de la capa residual empleando el dispositivo sónico EndoActivator (Dentsply, Tulsa, OK, EUA) que con las agujas Max-I-Probe (Hawe, Dentsply). Huffaker y cols.⁽¹⁰⁰⁾ tampoco encontraron que fuera más efectivo para eliminar las bacterias de los conductos radiculares. Salman y cols.⁽¹⁰¹⁾ observaron al MEB una mayor limpieza de los conductos tras usar las puntas sónicas Sonicare CanalBrush (puntas de polipropileno con cerdas como un cepillo) que irrigando con una aguja.

Rödiger y cols.⁽¹⁰²⁾ investigaron la capacidad para eliminar residuos de los conductos radiculares mediante el sistema sónico Vibringe (Vibringe BV, Amsterdam, Holanda), activación ultrasónica pasiva de una lima K 15 y la aguja Navitip; los mejores resultados en el tercio apical los mostró la lima ultrasónica, seguidos de Vibringe y los peores

la aguja Navitip. Paragliola y cols.⁽¹⁰³⁾ evaluaron la limpieza de la zona final del conducto a 1, 3 y 5 mm del foramen apical al efectuar una última irrigación con hipoclorito sódico al 5,25% y activando la solución con una lima K, con una punta de gutapercha, con EndoActivator, con Plastic Endo (Plastic Endo, Lincoln shire, IL, EUA) o con una lima K 15 activada mediante ultrasonidos. La mejor limpieza se consiguió con la última técnica, pero sin diferencias en el último milímetro. Aunque la activación pasiva de una lima K 15 con ultrasonidos parece mejorar la limpieza de los conductos^(104,105) en otras investigaciones las diferencias no son significativas^(106,107).

El dispositivo EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA, EUA) de presión negativa ha demostrado una menor extrusión de la solución de irrigación más allá del foramen apical^(108,109), aunque su eficacia antibacteriana no fue mayor que la conseguida mediante una aguja de irrigación⁽¹¹⁰⁾.

Gregorio y cols.⁽¹¹¹⁾ compararon la efectividad de EndoActivator, F-File, EndoVac, lima K 20 activada con ultrasonidos y una aguja calibre 30. La activación ultrasónica mostró mayor limpieza de los conductos laterales creados artificialmente y EndoVac fue el sistema más efectivo para limpiar la zona apical del conducto, lo que coincide con los resultados hallados por Siu y Baumgartner⁽¹¹²⁾. Shin y cols.⁽¹¹³⁾ comprobaron como EndoVac era más eficaz para limpiar la zona apical que mediante el uso de agujas de calibre 24G y 30G. Se preparó la zona apical hasta los calibres 25, 40 y 60; observaron una correlación positiva entre el calibre apical y la limpieza de esta zona. Susin y cols.⁽¹¹⁴⁾ evaluaron la eficacia de EndoVac comparándola con la agitación de la solución de irrigación con una punta de gutapercha bien ajustada. Con ninguna de las técnicas se consiguió limpiar bien los istmos aunque Endovac fue más efectivo. Parente y cols.⁽¹¹⁵⁾ comprobaron que ambas técnicas eran efectivas si el foramen apical era permeable, mientras que si no lo era EndoVac fue más efectivo. Caron y cols.⁽¹¹⁶⁾ investigaron la eliminación de la capa residual irrigando con EDTA al 17% y activando la solución con diferentes sistemas; los más efectivos fueron la agitación manual con una punta de gutapercha y EndoActivator. La agitación manual de una punta de gutapercha al final de la irrigación parece ser un buen sistema para eliminar los residuos y la capa residual en conductos curvos⁽¹¹⁷⁾.

El empleo de distintos láseres para incrementar la limpieza de la zona final del conducto parece ser de escasa eficacia⁽¹¹⁸⁻¹²⁰⁾.

Retratamiento no quirúrgico

Para el retratamiento existen distintos sistemas rotatorios. Los instrumentos R-Endo (Micro Mega, Besançon, Francia) presentan una sección triangular y son cuatro: RE (25/.012), R1 (25/.08), R2 (25/.06) y R3 (25/.04). Fenoul y cols.⁽¹²¹⁾ evaluaron la capacidad de estos instrumentos para eliminar el material de obturación en 80 dientes monorradiculares preparados hasta un calibre 30/.04 y obturados con gutapercha y el sellador MM Seal (Micro Mega) o con Resilon/Epiphany (Resilon Research, Madison, CT, EUA), comparándolo con el conseguido con limas manuales de acero inoxidable. Aunque R-Endo fue más rápido, no hallaron diferencias en cuanto a residuos remanentes en los conductos radiculares. Con todos los sistemas rotatorios para desobturar los conductos radiculares quedan residuos en su interior⁽¹²²⁾. Bramante y cols.⁽¹²³⁾ compararon la eficacia de ProTaper D y Mtwo R en la desobturación de conductos obturados con gutapercha y un cemento de óxido de zinc-eugenol. Protaper fue más rápido aunque generó más calor, quedando siempre residuos.

Hayakawa y cols.⁽¹²⁴⁾ utilizaron los ProTaper D para eliminar obturaciones con Thermafil Plus. Fue más difícil retirar los transportadores de plástico en los conductos amplios y de gran conicidad que en los estrechos y menos cónicos.

Cujé y cols.⁽¹²⁵⁾ evaluaron la capacidad para retirar instrumentos rotos en los conductos radiculares de 170 dientes remitidos a especialistas, siguiendo la técnica descrita por Ruddle⁽¹²⁶⁾ con la ayuda de un microscopio. Se pudieron retirar en 162 dientes sin perforar la raíz (95%). En el resto de dientes no se pudo retirar el instrumento roto y se produjo una perforación. La localización del instrumento en relación a la curvatura fue el factor más determinante en el resultado. Sin embargo, Madaratí y cols.⁽¹²⁷⁾ comprobaron una significativa pérdida de resistencia a la fractura radicular en dientes en los que se había empleado esta técnica; solo la consideran indicada para instrumentos rotos en el tercio coronal del conducto. Creen que si se localizan más hacia apical, el relleno de los conductos con Resilon/Epiphany o con ProRoot MTA (Dentsply, Tulsa, OK, EUA) podría incrementar su resistencia⁽¹²⁸⁾.

Por un lado, la extracción de un instrumento roto en el conducto es muy difícil y, por otro, en función de la técnica se debilita demasiado la raíz. Por ello, Ormiga y cols.⁽¹²⁹⁾ presentaron un sistema electroquímico basado en el paso de una corriente anódica que va destruyendo el metal; ello

permitiría "deshacer" el instrumento roto y poder permeabilizar el conducto.

MEDICACIÓN INTRACONDUCTO

El Mubarak y cols.⁽¹³⁰⁾ no hallaron diferencias respecto al dolor postoperatorio efectuando el tratamiento de conductos radiculares en una o en dos sesiones.

García Paula y cols.⁽¹³¹⁾ indujeron lesiones periapicales en dientes de perro. Un grupo se trató en una sesión y el otro tras una medicación intraconducto con hidróxido de calcio. A los 188 días sacrificaron los animales. En el periapice de los dientes tratados en una sesión hallaron un infiltrado inflamatorio crónico, un tejido desorganizado y una expresión de las metaloproteinasas (MMP) similar a la de los dientes sin tratar, mientras que en los que recibieron medicación la organización tisular era evidente y la expresión de las MMP mucho menor.

Böttcher y cols.⁽¹³²⁾ comprobaron *in vitro* como los dientes en los que efectuaron una medicación intraconducto con hidróxido cálcico presentaban mayor filtración apical que en aquellos en los que no se había realizado.

Kandaswamy y cols.⁽¹³³⁾ investigaron la actividad antibacteriana de distintos preparados: gel de clorhexidina al 2%, própolis, jugo de morinda, povidona yodada e hidróxido de calcio. Se introdujeron como medicación en el interior de conductos radiculares preparados hasta el mismo calibre y contaminados con *E. faecalis*. Se evaluó la desinfección de los túbulos dentinarios a dos profundidades, 200 µm y a 400 µm, y tras periodos de 1, 3 y 5 días. El más efectivo fue la clorhexidina (100%) seguido de la povidona yodada (87%), própolis (71%), jugo de morinda (69%) e hidróxido de calcio (55%). Delgado y cols.⁽¹³⁴⁾ observaron mayor eficacia con un gel de clorhexidina al 2% que con una solución de hidróxido de calcio. La ventaja de la clorhexidina parece evidente; sin embargo, el gel tendría que ser hidrosoluble para facilitar su eliminación del interior del conducto radicular. Su ventaja, además, es su efecto a largo plazo. Gonzales Freire y cols.⁽¹³⁵⁾ evaluaron la influencia de la dentina en la disminución del pH que ocasionaba que algunos productos disminuyeran su eficacia antibacteriana en el interior de los conductos radiculares; la combinación de hidróxido de calcio con propilenglicol no disminuía de pH al estar en contacto con la dentina. Rasimick y

cols.⁽¹³⁶⁾ comprobaron como la clorhexidina y también la doxiciclina permanecen en las paredes dentinarias cuando se irrigan los conductos con estas sustancias, prolongándose su actividad antibacteriana hasta 40 semanas para la primera y 5,8 para la segunda.

Una de las principales dificultades es eliminar la medicación del interior del conducto radicular. Rödiger y cols.⁽¹³⁷⁾ investigaron la eficacia de distintas soluciones para eliminar una medicación intraconducto de hidróxido cálcico. Las soluciones quelantes fueron las más eficaces sin que combinarlas con hipoclorito sódico incrementara el efecto de remoción. La irrigación ultrasónica pasiva con una lima 15 incrementó la eficacia en la eliminación cuando el hidróxido cálcico se mezcló con agua, siendo más difícil eliminarlo cuando se mezclaba con polietilenglicol o con paraclorofenol alcanforado⁽¹³⁸⁾.

El vidrio bioactivo presenta capacidad antibacteriana por dar lugar a un pH elevado en suspensión acuosa. Mohn y cols.⁽¹³⁹⁾ investigaron la actividad antibacteriana de un preparado con nano partículas de vidrio bioactivo al que se le añadió una pequeña proporción de óxido de bismuto para darle radiopacidad. No se afectó su capacidad antibacteriana. Shrestha y cols.⁽¹⁴⁰⁾ comprobaron la eficacia de estas nano partículas sobre *biofilms* de una semana de antigüedad.

Ansari y Ranjpour⁽¹⁴¹⁾ compararon la respuesta clínica y radiográfica efectuando pulpotomías en 40 dientes temporales empleando para el recubrimiento formocresol o MTA ProRoot (Dentsply Tulsa, Tulsa, OK, EUA). Se hizo un seguimiento hasta transcurridos dos años. No hallaron diferencias significativas entre ambos productos aunque tras el primer año observaron más reabsorciones radiculares internas en los dientes tratados con formocresol. Tabarsi y cols.⁽¹⁴²⁾ examinaron la respuesta histológica al cabo de ocho semanas de efectuar pulpotomías coronales en dientes de perros recubriendo la entrada de los orificios radiculares con hidróxido cálcico, con MTA o con un cemento experimental (CEM) a base de óxido cálcico (51,75%), óxido de silicio (9,53%) y óxido de fósforo (8,49%). La mejor respuesta histológica la mostraron MTA y CEM con mayor formación de puentes dentinarios que con hidróxido cálcico.

Recientemente se ha observado cómo es posible en dientes inmaduros con necrosis pulpar promover la formación de tejido vital en el conducto radicular. Wang y cols.⁽¹⁴³⁾ estudiaron histológicamente este fenómeno en seis premolares de perros que fueron sacrificados tras tres meses. Observa-

ron un engrosamiento de las paredes por aposición de un tejido calcificado similar al cemento, con tejido conectivo parecido al periodontal en la zona final del conducto. Crean que este tratamiento alternativo a la apicoformación favorece el engrosamiento de las paredes y permite en ocasiones el crecimiento radicular en extensión.

OBTURACIÓN DE LOS CONDUCTOS RADICULARES

Materiales

Xu y cols.⁽¹⁴⁴⁾ hallaron que en un periodo de tres días el sellador Epiphany (Pentron, Wallingford, CT, EUA) era más citotóxico que AH Plus (Dentsply De Trey, Konstanz, Alemania). Sin embargo, Roberti García y cols.⁽¹⁴⁵⁾ hallaron a los 21 días una aceptable tolerancia tisular a Resilon/Epiphany.

Húngaro Duarte y cols.⁽¹⁴⁶⁾ propusieron añadir hidróxido cálcico al sellador AH Plus con la intención de incrementar su eficacia antibacteriana y favorecer la reparación tisular. La adición de un 5-10% de hidróxido cálcico al sellador no afectó a sus propiedades físicas. MDPB es un monómero sintetizado mediante la combinación de amonio cuaternario y un grupo metacrilato. Izutani y cols.⁽¹⁴⁷⁾ comprobaron su rápido efecto antibacteriano contra *E. faecalis*, *F. nucleatum* y *P. nigrescens*, incluso organizados en *biofilms*. Por ello proponen adicionar MDPB a los selladores a base de resina. Baer y Maki⁽¹⁴⁸⁾ comprobaron como la adición de un 10% de amoxicilina a tres selladores: Pulp Canal Sealer (SybronEndo, Orange, CA, EUA), AH Plus y RealSeal (Pentron) inhibió el crecimiento bacteriano de *E. faecalis* en periodos de 1, 3 y 7 días, efecto que no hallaron con los selladores solos.

Al Hiyasat y cols.⁽¹⁴⁹⁾ evaluaron en cultivos de fibroblastos la citotoxicidad de cuatro selladores con base de resina: AH Plus, a base de resina epóxica, EndoREZ (Ultradent, South Jordan, UT, EUA), a base de un solo metacrilato, Epiphany, a base de varios metacrilatos y MetaSEAL (Parkell, Edgewood, NY, EUA), a base de un metacrilato 4-META. El más biocompatible fue AH Plus seguido de EndoREZ, Epiphany y MetaSEAL. Zmener y cols.⁽¹⁵⁰⁾ también hallaron más biocompatibles con los tejidos a EndoREZ y Real Seal o Epiphany que a Pulp Canal Sealer a base de óxido de zinc y eugenol.

Ari y cols.⁽¹⁵¹⁾ evaluaron la capacidad de sellado de un

cemento a base de MetaSEAL, Hybrid Root SEAL (Sun Medical, Moriyama, Shiga, Japón), utilizando distintas técnicas de obturación. La menor filtración se obtuvo con las técnicas de condensación lateral y vertical y la mayor con Thermafil (Dentsply Tulsa).

Zmener y Pameijer⁽¹⁵²⁾ efectuaron 180 tratamientos de conductos radiculares en pacientes obturando los mismos con EndoREZ. Los controles clínicos y radiográficos a los ocho años determinaron un 86,5% de casos exitosos, similar al obtenido obturando con otros cementos.

Marín Bauza y cols.⁽¹⁵³⁾ investigaron *in vitro* las propiedades físico-químicas de Epiphany SE y de Hybrid Root SEAL comparándolas con las de AH Plus. Todos cumplieron las normativas de la ANSI/ADA con excepción del tiempo de fraguado de Hybrid Root SEAL que fue muy largo (8-10 horas). Kim y cols.⁽¹⁵⁴⁾ revisaron las publicaciones clínicas y de investigación sobre los selladores a base de metacrilato. Concluyeron que no suponen un beneficio en la obturación de los conductos radiculares que supere a la de los cementos sin unión al material núcleo o a la dentina aunque en alguna investigación se haya encontrado que refuerzan las paredes radiculares⁽¹⁵⁵⁾.

Santos y cols.⁽¹⁵⁶⁾ investigaron la capacidad de sellado de conductos obturados con Resilon/Epiphany o con gutapercha/AH Plus mediante una técnica de fluidos. Resilon/Epiphany filtró más de modo significativo tanto tras obturar los conductos como especialmente tras un periodo de 180 días. Vasiliadis y cols.⁽¹⁵⁷⁾, mediante una metodología similar, no hallaron diferencias entre la filtración obtenida obturando los conductos radiculares con gutapercha y AH Plus o con GuttaFlow (Roeko/Coltene, Altstätten, Suiza). Ashraf y cols.⁽¹⁵⁸⁾ hallaron que la citotoxicidad de GuttaFlow era menor que la de la gutapercha a las 24 y 72 horas.

Bernardes y cols.⁽¹⁵⁹⁾ estudiaron la fluidez de tres selladores: Sealer 26 (Dentsply/Maillefer, Petrópolis, Brasil), AH Plus y MTA Obtura (Angelus, Londrina, Brasil). Todos alcanzaron los valores mínimos que requiere la ANSI/ADA aunque el más fluido fue AH Plus.

Kochenborger Scarparo y cols.⁽¹⁶⁰⁾ evaluaron la respuesta del tejido conectivo de ratas implantando en él tubos de polietileno rellenos de un sellador basado en MTA: Endo CPM Sealer (EGEO, Buenos Aires, Argentina), comparándolo con MTA Angelus y AH Plus. La reacción inflamatoria fue similar entre Endo CPM Sealer y MTA Angelus e inferior a la de AH Plus.

Gandolfi y Prati⁽¹⁶¹⁾ evaluaron el sellado a largo plazo, seis meses, proporcionado por tres cementos: MTA solo, MTA al que añadieron fluoruro sódico y AH Plus. El MTA modificado mostró un mejor sellado que el MTA solo y similar al conseguido con AH Plus.

Bae y cols.⁽¹⁶²⁾ investigaron el efecto sobre cultivos de células periodontales humanas de un sellador experimental, CAPSEAL, a base de fosfato tetracálcico, fosfato dicálcico, cemento Portland y óxido de circonio. Mostró menor citotoxicidad que otros cementos y favoreció la regeneración ósea. Oliveira y cols.⁽¹⁶³⁾ investigaron las propiedades de un nuevo cemento experimental a base de aluminato cálcico y dialuminato cálcico comparándolo con MTA, a base de silicato tricálcico y silicato dicálcico. El nuevo cemento fragua más rápido, es más fluido, de más fácil manejo, más resistente a la tracción y menor porosidad.

Agregado Trióxido Mineral (MTA)

El MTA salió al mercado en 1993. Se han publicado numerosos artículos de investigación acerca de él. Su composición básica está formada por calcio, silicio y bismuto. Presenta un tiempo de fraguado lento, pH elevado, moderada acción antibacteriana y antifúngica y baja resistencia a la compresión⁽¹⁶⁴⁾. Es biocompatible y proporciona un buen sellado marginal⁽¹⁶⁵⁾. Parirokh y Torabinejad⁽¹⁶⁶⁾ creen que su mecanismo de acción se basa en la liberación de iones de calcio que favorecen el anclaje y la proliferación celular, crea un ambiente alcalino que dificulta la proliferación bacteriana, modula la producción de citosinas, favorece la migración y la diferenciación de células productoras de tejidos calcificados formándose hidroxapatita sobre el MTA como también comprobaron Gandolfi y cols.⁽¹⁶⁷⁾.

El MTA posee cierta cantidad de arsénico en su composición. Schembri y cols.⁽¹⁶⁸⁾ investigaron ProRoot MTA, MTA Angelus y dos cementos Portland, blanco y gris. Hallaron en todos ellos una proporción de arsénico superior a lo especificado en la norma ISO 9917-1, así como plomo y cromo. La proporción de arsénico y plomo es mayor en el cemento Portland gris⁽¹⁶⁹⁾. Sin embargo, Matsunaga y cols.⁽¹⁷⁰⁾ analizaron mediante espectrometría de absorción atómica ProRoot MTA hallando valores de arsénico para el gris inferiores a la norma ISO y, para el blanco, aún inferiores, similares a los existentes en el agua del grifo.

Chedella y Berzins⁽¹⁷¹⁾ investigaron la liberación de hidróxido cálcico y el fraguado del ProRoot MTA y del cemento

Portland en distintos periodos de tiempo mediante calorimetría: a las 2, 4 12 y 24 horas, a la semana, al mes, a los tres meses y al año. La liberación era máxima a la semana; aunque la actividad disminuía con el tiempo, al año aún se liberaba hidróxido cálcico por lo que las reacciones de hidratación y maduración del cemento proseguían tras ese periodo de tiempo.

El bioagregado BA (Innovative Bioceramix, Vancouver, BC, Canadá) es un compuesto de silicato cálcico, hidróxido cálcico e hidroxapatita con indicaciones similares a las del MTA. Yan y cols.⁽¹⁷²⁾ comprobaron en cultivos de fibroblastos periodontales como BA favorecía su diferenciación de igual modo a como lo hacía MTA. En dichos cultivos celulares Maeda y cols.⁽¹⁷³⁾ observaron la liberación de calcio a partir del MTA, la expresión de la proteína morfogenética ósea 2 y la calcificación tisular. Los cementos de fosfato cálcico estimulan la proliferación celular y la osteogénesis. Lee y cols.⁽¹⁷⁴⁾ investigaron su efecto sobre la diferenciación y crecimiento de odontoblastos humanos comparándolo con el que producían el MTA y el cemento Portland. Los tres productos favorecían este efecto sin diferencias entre ellos.

Camilleri⁽¹⁷⁵⁾ evaluó las propiedades físico-químicas de un cemento con base de cemento Portland reemplazando el óxido de bismuto por partículas de oro o de aleaciones de plata. No halló diferencias significativas entre las distintas adiciones.

Nekoofar y cols.⁽¹⁷⁶⁾ evaluaron la influencia de distintas técnicas de mezclado del MTA sobre su dureza superficial Vickers a los cuatro y 28 días: vibración ultrasónica, trituración mediante vibrador y mezclado convencional con espátula. La mayor dureza se obtuvo mediante la vibración ultrasónica. Giuliani y cols.⁽¹⁷⁷⁾ expusieron la superficie de ProRoot MTA fraguado a dos soluciones de ácido butírico, con pH de 4,4 y 7,4. A mayor acidez, menor dureza Vickers en la superficie, apreciándose en ella la formación de cristales. Nandini y cols.⁽¹⁷⁸⁾ evaluaron el efecto de exponer la superficie de MTA blanco fraguado a ácido carbónico, clorhexidina al 2% y EDTA al 17% durante distintos periodos de tiempo. El ácido carbónico fue el más eficaz para remover la superficie del MTA.

Nekoofar y cols.⁽¹⁷⁹⁾ comprobaron como la contaminación con sangre del MTA blanco y gris, situación clínica habitual, disminuía su resistencia a la compresión. También disminuía su dureza superficial, siendo este efecto menor en el MTA blanco⁽¹⁸⁰⁾.

Bidar y cols.⁽¹⁸¹⁾ comprobaron al MEB como las barreras apicales formadas con MTA presentaban una mejor adaptación a las paredes del conducto cuando se había efectuado una medicación intraconducto con hidróxido cálcico previamente que cuando no se había realizado.

El cloruro cálcico se puede añadir al MTA para acelerar su fraguado. También se ha propuesto substituir el agua por clorhexidina para incrementar su efecto antibacteriano. Chegüe Vargas y cols.⁽¹⁸²⁾ comprobaron en el tejido conectivo de ratas como la adición de estas sustancias no afectaba a la biocompatibilidad del MTA. Otras sustancias que aceleran el fraguado sin afectar a la biocompatibilidad son el nitrato cálcico y el fosfato cálcico⁽¹⁸³⁾.

Técnicas

Ricucci y Siqueira⁽¹⁸⁴⁾ efectuaron una revisión de la literatura y una investigación acerca del estado histopatológico en el periodonto próximo a los conductos laterales y accesorios apicales en dientes con periodontitis que recibieron tratamiento endodóncico. La creencia de que hay que obtener todos los conductos laterales y accesorios no se sostiene ni por la revisión de las publicaciones ni por las observaciones microscópicas. Creen que lo básico para obtener una reparación tisular es la desinfección de los citados conductos, no su obturación que, además, no se consigue más que parcialmente.

Manfre y Goldberg⁽¹⁸⁵⁾ evaluaron el ajuste de conos de gutapercha ProTaper a las paredes de conductos preparados con ProTaper Universal hasta F1, F2 y F3. Consideraron que el ajuste de los conos a las paredes de los conductos no era suficiente como para ser empleados con la técnica de cono único.

Shemesh y cols.⁽¹⁸⁶⁾ compararon la incidencia de fisuras en la dentina apical tras preparar conductos radiculares *in vitro* mediante ProTaper hasta el instrumento F4, obturando un grupo con compactación lateral y otro con la onda continua. Observaron fisuras en todos los dientes sin diferencias entre ambos grupos.

Ambu y cols.⁽¹⁸⁷⁾ evaluaron el volumen que ocupa el material de obturación en el espacio de los conductos radiculares de incisivos centrales superiores mediante tomografía computarizada. Se obturaron con cuatro técnicas: compactación lateral, Obtura II (Obtura Spartan, Fenton, MI, EUA), Thermafil y System B (Analytic Tech, Redmon, WA, EUA). El porcentaje que ocupaba el material era respectivamente:

80,4%, 84,8%, 93,3% y 93,7%, sin diferencias significativas entre Thermafil y System B.

Zhou y cols.⁽¹⁸⁸⁾ investigaron la distribución de temperaturas a lo largo del ligamento periodontal y de la gutapercha apical en conductos radiculares de premolares inferiores al obturarlos mediante la técnica de onda continua manteniendo el *plugger* durante 3 y 4 segundos. El *down-pack* se realizó con el System B y el *back-fill* con el sistema Obtura II. Los valores máximos de temperatura alcanzados en el ligamento periodontal fueron de 46,91°C y de 48,88°C a los 3 y 4 segundos respectivamente. El incremento de temperatura de la gutapercha en la zona apical del conducto fue solo de 0,85°C, demasiado bajo para conseguir una termoplasticidad adecuada.

Irala Almeida y cols.⁽¹⁸⁹⁾ evaluaron la filtración bacteriana a través de conductos obturados con tres técnicas: compactación lateral, híbrida de Tagger y GuttaFlow. Los mejores resultados se consiguieron con la técnica híbrida aunque sin diferencias significativas. Farea y cols.⁽¹⁹⁰⁾ hallaron en dientes monoradiculares un mejor sellado apical con la compactación lateral que con la onda continua efectuada con System B.

Attam y Talwar⁽¹⁹¹⁾ investigaron *in vitro* la calidad del sellado apical en conductos radiculares obturados con Resilon en los que se preparó un espacio para un perno tras obtener los conductos o al cabo de una semana. El sellado fue mejor cuando se preparó el espacio para el perno tras obtener los conductos, siendo mejor el resultado cuando se dejó la obturación en la zona apical con un grosor de 5 mm que de 3 mm.

TRAUMATOLOGÍA DENTAL

Baus y cols.⁽¹⁹²⁾ evaluaron la salud pulpar en dientes traumatizados que habían sido extruidos mediante ortodoncia. Se comparó con el estado pulpar de dientes que habían recibido tratamiento ortodóncico y con dientes traumatizados que no se habían extruido. En el primer grupo se observaron más dientes con necrosis pulpar que en los otros dos grupos, con diferencias significativas.

Wang y cols.⁽¹⁹³⁾ reimplantaron un 2.1 avulsionado en un niño de siete años a los 50 minutos del accidente. Se efectuó un tratamiento de apicoformación con medicación intraconducto de hidróxido cálcico comprobando que se producía un desarrollo de la raíz en longitud similar al de su

diente contralateral. Aunque este fenómeno no es lo más habitual, ya que el crecimiento acostumbra a detenerse, en este caso se debió probablemente a que la avulsión y el tratamiento se produjeron en la edad de formación radicular, lo que permitió la integridad de la vaina de Hertwig.

Güzeler y cols.⁽¹²⁷⁾ describen el caso de un paciente de 11 años de edad que sufrió un traumatismo dental dos años antes. El diente 2.1 presentaba desarrollo radicular incompleto y reabsorción radicular inflamatoria avanzada. Lo trataron mediante medicación intraconducto con hidróxido cálcico y gluconato de clorhexidina al 2% durante dos semanas. Después obturaron todo el conducto con MTA. En los controles radiográficos hasta los dos años comprobaron el cese de la reabsorción radicular, la regeneración ósea y el restablecimiento del espacio periodontal.

BIBLIOGRAFÍA

1. Valencia de Pablo O, Estévez R, Peix Sánchez M, Heilborn C, Cohenca N. Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: a systematic review. *J Endod* 2010; 36: 1919-31.
2. Gani O, Gallara RV, Visvisián C. Influencia de la edad sobre la frecuencia de conductos adicionales en primeros molares mandibulares. *Endodoncia* 2010; 28: 69-73.
3. Degerness RA, Bowles WR. Dimension, anatomy, and morphology of the mesiobuccal root canal system in maxillary molars. *J Endod* 2010; 36: 985-9.
4. Martos J, Lubian C, Silveira LFM, Suita de Castro LC, Ferrer Luque CM. Morphological analysis of the root apex in human teeth. *J Endod* 2010; 36:664-7.
5. Ricucci D, Siqueira Jr JF. Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathological findings. *J Endod* 2010; 36:1277-88.
6. Yang Q-B, Fan L-N, Shi Q. Polymerase chain reaction-denaturing gradient gel electrophoresis, cloning, and sequence analysis of bacteria associated with acute periapical abscesses in children. *J Endod* 2010; 36: 218-23.
7. Rôças IN, Siqueira Jr JF. Distribution of *Porphyromonas gingivalis* fim A genotypes in primary endodontic infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: 474-8.
8. Skucaite N, Peciuliene V, Vitkauskienė A, Machiulskienė V. Susceptibility of endodontic pathogens to antibiotics in patient with symptomatic apical periodontitis. *J Endod* 2010; 36: 1611-6.
9. Hernádi K, Szalmás A, Mogyorósi R et al. Prevalence and activity of Epstein-Barr virus and human cytomegalovirus in symptomatic and asymptomatic apical periodontitis lesions. *J Endod* 2010; 36: 1485-9.
10. Martinho FC, Chiesa WMM, Leite FRM, Cirelli JA, Gomes BPPA. Antigenic activity of bacterial endodontic contents from primary root canal infection with periapical lesions against macrophage in the release of interleukin-1 β and tumor necrosis factor α . *J Endod* 2010; 36:1467-74.
11. Bruno KF, Silva JA, Silva TA, Batista AC, Alencar AHG, Estrela C. Characterization of inflammatory cell infiltrate in human dental pulpitis. *Int Endod J* 2010; 43: 1013-21.
12. Marçal JRB, Samuel RO, Fernandes D et al. T-helper cell type regulatory T-cell immunoregulatory balance in human radicular cysts and periapical granulomas. *J Endod* 2010; 36: 995-9.
13. Rethnam S, Raju B, Frisstad I, Berggreen E, Heyeraas KJ. Differential expression of neuropeptide Y Y1 receptors during pulpal inflammation. *Int Endod J* 2010; 43: 492-8.
14. Caciades Bucheli J, Azuero Holguin MM, Gutiérrez Sánchez L et al. The effect of three different rotary instrumentation systems on substance P and calcitonin gene-related peptide expression in human periodontal ligament. *J Endod* 2010; 36: 1938-42.
15. Segura Ejea JJ, Jiménez Moreno E, Calvo Monroy C et al. Hypertension and dental periapical condition. *J Endod* 2010; 36: 1800-4.
16. Llamas Carreras JM, Amarilla A, Solano E, Velasco Ortega E, Rodríguez Varo L, Segura Ejea JJ. Study of external root resorption during orthodontic treatment in root filled teeth compared with their contralateral teeth with vital pulps. *Int Endod J* 2010; 43: 654-62.
17. Mahmoud SH, Grawish M E-A, Zaher AR et al. Influence of selective immunosuppressive drugs on the healing of exposed dogs' dental pulps capped with mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2010; 36: 95-9.
18. Yoon M-J, Kim E, Lee S-J, Bae Y-M, Kim S, Park S-H. Pulpal blood flow measurement with ultrasound Doppler imaging. *J Endod* 2010; 36: 419-22.
19. Berman LH, Kuttler S. Fracture necrosis: diagnosis, prognosis assessment, and treatment recommendations. *J Endod* 2010; 36: 942-6.
20. Burgener B, Ford AR, Situ H et al. Biological markers for odontogenic periradicular periodontitis. *J Endod* 2010; 36: 1307-10.
21. Özer SY. Detection of vertical root fractures of different thicknesses in endodontically enlarged teeth by cone beam computed tomography versus digital radiography. *J Endod* 2010; 36: 1245-9.
22. Kim TS, Caruso JM, Christensen H, Torabinejad M. A comparison of cone-beam computed tomography and direct measurement in the examination of the mandibular canal and adjacent structures. *J Endod* 2010; 36: 1191-4.
23. Neelakantan O, Subbarao C, Subbarao CV. Comparative evaluation of modified canal staining and clearing technique, cone-beam computed tomography, quantitative computed tomography, spiral computed tomography, and plain and contrast medium-enhanced digital radiography in studying root canal morphology. *J Endod* 2010; 36: 1547-51.
24. Michetti J, Maret D, Mallet J-P, Diemer F. Validation of cone-beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *J Endod* 2010; 36: 1187-90.
25. Sousa Melo SL, Antunes Bortoluzzi E, Abreu Jr M, Ruhland Corrêa L, Corrêa M. Diagnostic ability of a cone-beam computed tomography scan to assess longitudinal root fractures in prosthetically treated teeth. *J Endod* 2010; 36: 1879-82.

26. Rosenberg PA, Frishie J, Lee J et al. Evaluation of pathologists (histopathology) and radiologists (cone-beam computed tomography) differentiating radicular cysts from granulomas. *J Endod* 2010; 36: 423-8.
27. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR. Comparison of five cone-beam computed tomography systems for the detection of vertical root fractures. *J Endod* 2010; 36: 126-9.
28. Wali M, Drumm M, Reader A, Nusstein J. Prospective, randomized single-blind study of the anesthetic efficacy of 1,8 and 3,6 milliliters of 2% lidocaine with 1:50.000 epinephrine for inferior alveolar nerve blok. *J Endod* 2010; 36: 1459-62.
29. Pfeil L, Drum M, Reader A, Gilles J, Nustein J. Anesthetic efficacy of 1,8 milliliters and 3,6 milliliters of 2% lidocaine with 1:100.000 epinephrine for posterior superior alveolar nerve blocks. *J Endod* 2010; 36: 598-601.
30. Batista da Silva C, Aranha Berto L, Volpato MC et al. Anesthetic efficacy of articaine and lidocaine for incisive mental nerve block. *J Endod* 2010; 36: 438-41.
31. Nuzum FM, Drum M, Nusstein J, Reader A, Beck M. Anesthetic efficacy of articaine for combination labial plus lingual infiltrations versus labial infiltration in the mandibular lateral incisor. *J Endod* 2010; 36: 952-6.
32. Kararokh M, Satvati SA, Sharifi R et al. Efficacy of combining a buccal infiltration with an inferior alveolar nerve block for mandibular molars with irreversible pulpitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: 468-73.
33. Aggarwal V, Singla M, Kabi D. Comparative evaluation of effect of preoperative oral medication of ibuprofen and ketorolac on anesthetic efficacy of inferior alveolar nerve block with lidocaine in patients with irreversible pulpitis: a prospective, double-blind, randomized clinical trial. *J Endod* 2010; 36: 375-8.
34. Oleson M, Drum M, Reader A, Nusstein J, Beck M. Effect of preoperative ibuprofen on the success of the inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis. *J Endod* 2010; 36: 379-82.
35. Parirokh M, Ashouri R, Rekabi AR. The effect of premedication with ibuprofen and indomethacin on the success of inferior alveolar nerve block for teeth with irreversible pulpitis. *J Endod* 2010; 36: 1450-4.
36. Jalalzadeh SM, Mamavi A, Shahriaris S, Santos FA, Pochapski MT. Effect of pretreatment prednisolone on postendodontic pain: a double-blind parallel-randomized clinical trial. *J Endod* 2010; 36: 978-81.
37. NgY-L, Mann V, Gulabivala K. Tooth survival following non-surgical root canal treatment :a systematic review of the literature. *Int Endod J* 2010; 43:171-89.
38. Nixdorf DR, Moana Filho EJ, Law AS, McGuire LA, Hodges JS, Johm MT. Frequency of persistent tooth pain after root canal therapy: a systematic review and meta-analysis. *J Endod* 2010; 36: 224-30.
39. Tennert C, Hertber J, Altenburger MJ, Wrbas KT. The effect of cervical preflaring using different rotary nickel-titanium systems on the accuracy of apical file size determination. *J Endod* 2010; 36: 1669-72.
40. Ding J, Gutmann JL, Fan B, Lu Y, Chen H. Investigation of apex locators and related morphological factors. *J Endod* 2010; 36: 1399-403.
41. Stoll R, Urban-Keen B, Roggenfof MJ, Jablonki-Momeni A, Strauch K, Frankenberger R. Effectiveness of four electronic apex locators to determine distance from apical foramen. *Int Endod J* 2010; 43: 808-17.
42. Guise GM, Goodell GG, Imamura GM. In vitro comparison of three electronic apex locators. *J Endod* 2010; 36: 279-81.
43. D'Assunção FLC, Albuquerque DS, Salazar Silva JR, Dos Santos VC, Sousa JCN. Ex vivo evaluation of the accuracy and coefficient of repeatability of three electronic apex locators using a simple mounting model: a preliminary report. *Int Endod J* 2010; 43: 269-74.
44. Vello Moura ACV, Moura Netto C, Araki AT, Guedes Pinto AC, Mendes FM. Ex vivo performance of five methods for root canal length determination in primary anterior teeth. *Int Endod J* 2010; 43: 142-7.
45. Vieyra JP, Acosta J, Mondaca JM. Comparison of working length determination with radiographs and two electronic apex locators. *Int Endod J* 2010; 43: 16-20.
46. Zinelis S, Eliades T, Eliades G. A metallurgical characterization of ten endodontic instruments: assessing the clinical relevance of shape memory and super elastic properties of Ni-Ti endodontic instruments. *Int Endod J* 2010; 43: 125-34.
47. Plotino G, Grande NM, Cordaro M, Testarelli L, Gambarini G. Influence of the shape of artificial canals on the fatigue resistance of NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2010; 43: 69-75.
48. Plotino G, Grande NM, Melo MC, Bahia MG, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of NiTi rotary instruments in a simulated apical abrupt curvatures. *Int Endod J* 2010; 43: 226-30.
49. Necchi S, Petrini L, Taschieri S, Miglia Vacca F. A comparative computational analysis of the mechanical behavior of two nickel-titanium rotary endodontic instruments. *J Endod* 2010; 36: 1380-4.
50. Aydin C, Inan U, Tuna YM. Comparison of cyclic fatigue resistance of used and new RaCe instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: e131-e4.
51. Lopes HP, Elias CN, Vieira VTL et al. Effects of electropolishing surface treatment on the cyclic fatigue resistance of BioRaCe nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2010; 36: 1653-7.
52. Condorelli GG, Bonaccorso A, Smecca E, Schäfer E, Cantatore G, Tripi TR. Improvement of the fatigue resistance of NiTi endodontic files by surface and bulk modifications. *Int Endod J* 2010; 43: 866-73.
53. Praisarnti C, Chang JWW, Cheung GSP. Electropolishing enhances the resistance of nickel-titanium rotary files to corrosion-fatigue failure in hypochlorite. *J Endod* 2010; 36: 1354-7.
54. Gavini G, Pessoa OF, Barletta FB, Vasconcellos MAZ, Caldeira CL. Cyclic fatigue resistance of rotary nickel-titanium instruments submitted to nitrogen ion implantation. *J Endod* 2010; 36: 1183-6.
55. Al-Hadla SMS, Aljarbou FA, Althumairy RI. Evaluation of cyclic flexural fatigue of M-wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2010; 36: 305-7.

56. Gao Y, Shotton V, Wilkinson K, Phillips G, Johnson W. Effects of raw material and rotational speed on the cyclic fatigue of ProFile Vortex rotary instruments. *J Endod* 2010; 36: 1205-9.
57. Kim H-C, Yum J, Hur B, Cheung G S-P. Cyclic fatigue and fracture characteristics of ground and twisted nickel-titanium rotary files. *J Endod* 2010; 36: 147-52.
58. Oh SR, Chang SW, Lee Y et al. A comparison of nickel-titanium rotary instruments manufactured using different methods and cross-sectional areas: ability to resist cyclic fatigue. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: 622-8.
59. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J* 2008; 41: 339-44.
60. De Deus G, Moreira EJJL, Lopes HP, Elias CN. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments using in reciprocating movement. *Int Endod J* 2010; 43: 1063-8.
61. De Deus G, Brandão MC, Barino B, Di Giorgi K, Fidel RAS, Luna AS. Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 110: 390-4.
62. YouS-Y, Bae K-S, Baek S.H, Kum K-Y, Shon W-J, Lee W. Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. *J Endod* 2010; 36: 1991-4.
63. Wan J, Rasimick BJ, Musikant BL, Deutsch AS. Cutting efficiency of 3 different instruments designs used on reciprocation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109:e82-e5.
64. Metzger Z, Teperovich E, Zary R, Cohen R, Hof R. The Self-adjusting file (SAF). Part 1: Respecting the root canal anatomy. A new concept of endodontic files and its implementation. *J Endod* 2010; 36: 679-90.
65. Hof R, Perevalov V, Eltanani M, ZaryR, Metzger Z. The Self-adjusting file (SAF). Part 2: Mechanical analysis. *J Endod* 2010; 36: 691-6.
66. Popovic J, Gasic J, Zivkovic A, Petrovic A, Radicevic G. Evaluation of biological debris in endodontic instruments after cleaning and sterilization procedures. *Int Endod J* 2010; 43: 336-41.
67. González Sánchez JA, Durán Sindreu F, Albuquerque Matos M et al. Apical transportation created using different patency instruments. *Int Endod J* 2010; 43: 560-4.
68. Paqué F, Zehnder M, Marendering M. Apical fit of initial K-files in maxillary molars assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 2010; 43: 328-35.
69. Paqué F, Balmer M, Attin T, Peters OA. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography. *J Endod* 2010; 36: 43: 703-7.
70. Yin X, Cheung G S-P, Zhang C, Masuda YM, Kimura Y, Matsumoto K. Micro-computed tomographic comparison of nickel-titanium rotary versus traditional instruments in C-shaped root canal system. *J Endod* 2010; 36: 708-12.
71. Fleming CH, Litaker MS, Alley LW, Eleazer PD. Comparison of classic endodontic techniques versus contemporary techniques on endodontic treatment success. *J Endod* 2010; 36: 414-8.
72. Karabucak B, Gatan AJ, Hsiao C, Iqbal MK. A comparison of apical transportation and length control between EndoSequence and Guidance rotary instruments. *J Endod* 2010; 36: 123-5.
73. Setzer FC, Kwon T-K, Karabucak B. Comparison of apical transportation between two rotary file systems and two hybrid rotary instrumentation sequences. *J Endod* 2010; 36: 1126-9.
74. Kunert GG, Camargo Fontanella VR, Albuquerque Maranhão de Mora A, Branco Barletta F. Analysis of apical root transportation associated with ProTaper Universal F3 and F4 instruments by using digital subtraction radiography. *J Endod* 2010; 36:1052-5.
75. Varela Patiño P, Ibáñez Párraga A, Rivas Mundiña B, Cantatore G, Otero XL, Martín Biedma B. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *J Endod* 2010; 36: 157-9.
76. De Deus G, Barino B, Quintella ZamolyiR et al. Suboptimal debriement quality produced by the single-file ProTaper technique in oval-shaped canals. *J Endod* 2010; 36: 1897-900.
77. Taha NA, Ozawa T, Messer HH. Comparison of three techniques for preparing oval-shaped root canals. *J Endod* 2010; 36: 532-5.
78. Hilú R, Balandrano Pinal F, Pérez A, Coaguila Llerena H. Evaluación de la conformación apical de los conductos radiculares con los sistemas Mtwo y ProTaper. *Endodoncia* 2010; 28: 220-7.
79. Metzger Z, Zary R, Cohen R, Teperovich E, Paqué F. The quality of root canal preparation and root canal obturation in Canals treated with rotary versus self-adjusting files: a three-dimensional micro-computed tomographic study. *J Endod* 2010; 36: 1569-73.
80. Peters OA, Boessler C, Paqué F. Root canal preparation with a novel nickel-titanium instrument evaluated with micro-computed tomography: canal surface preparation over time. *J Endod* 2010; 36: 1068-72.
81. Metzger Z, Teperovich E, Cohen R, Zary R, Paqué F, Hülsmann M. The self-adjusting file (SAF). Part 3: Removal of debris and smear layer. A scanning electron microscope study. *J Endod* 2010; 36: 697-702.
82. Siqueira Jr JF, Alves FRF, Almeida BM, Machado de Oliveira JC, Roças IN. Ability of chemomechanical preparation with either rotary instruments or Self-adjusting file to disinfect oval-shaped root canals. *J Endod* 2010; 36: 1860-5.
83. Fornari VJ, Silva Sousa YTC, Vanni JR, Pécora JD, Versiari MA, Sousa Neto MD. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. *Int Endod J* 2010; 43: 988-94.
84. Boutsoukis C, Gogos C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, van der Sluis LWM. The effect of apical preparation size on irrigant flow in root canals using an unsteady computational fluid dynamics model. *Int Endod J* 2010; 43: 874-81.
85. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Verhaagen B et al. The effect of needle insertion depth on the irrigant flow in the root canal: evaluation using on unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod* 2010; 36: 1664-8.
86. Brunson M, Heilchorn C, Johnson DJ, Cohenca N. Effect of apical preparation size and preparation taper on irrigant volume delivered by using negative pressure irrigation system. *J Endod* 2010; 36: 721-4.
87. Bronnec F, Bouillaguet S, Machtou P. Ex vivo assessment of irri-

- gant penetration and renewal during the cleaning and shaping of root canals: a digital subtraction radiographic study. *J Endod* 2010; 43: 275-82.
88. Stojicic S, Zivkovic S, Quian W, Zhang H, Haapasalo M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *J Endod* 2010; 36: 1558-62.
 89. Retamozo B, Shabahang S, Johnson N, Aprecio RM, Torabinejad M. Minimum contact time and concentration of sodium hypochlorite required to eliminate *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2010; 36: 520-3.
 90. Ballal NY, Mala K, Seetharama K. Evaluation of the effect of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid on the microhardness and surface roughness of human root canal dentin. *J Endod* 2010; 36: 1385-8.
 91. Papen FG, Quian W, Aleksejuniene J, Leonardo RT, Leonardo MR, Haapasalo M. Inhibition of sodium hypochlorite antimicrobial activity in the presence of bovine serum albumin. *J Endod* 2010; 36: 268-71.
 92. Vijaykumar S, Shekar MG, Himahiri S. In vitro effectiveness of different endodontic irrigants on the reduction of *Enterococcus faecalis* in root canals. *J Clin Exp Dent* 2010; 2: e169-72.
 93. Ferrer Luque CM, Arias Moliz MT, González Rodríguez MP, Baca P. Antimicrobial activity of maleic acid and combinations of cetrimide with chelating agents against *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod* 2010; 36: 1673-5.
 94. Arias Moliz MT, Ferrer Luque CM, González Rodríguez MP, Valderrama MJ, Baca P. Eradication of *Enterococcus faecalis* biofilms by cetrimide and chlorhexidine. *J Endod* 2010; 36: 87-90.
 95. Papen FG, Shen Y, Quian W, Leonardo MR, Giardino L, Haapasalo M. In vitro antibacterial action of Tetraclean, MTAD, and five experimental irrigation solutions. *Int Endod J* 2010; 36: 528-35.
 96. Kobankara FK, Ozkan HB, Terlemez A. Comparison of organic tissue dissolution capacities of sodium hypochlorite and chlorine dioxide. *J Endod* 2010; 36: 272-4.
 97. Chandra SS, Miglani R, Srinivvasan MR, Indira R. Antifungal efficacy of 5,25% sodium hypochlorite, 2% chlorhexidine gluconate, and 17% EDTA with and without an antifungal agent. *J Endod* 2010; 36: 675-8.
 98. Rasimick BJ, Shah RP, Musikant BL, Deutsch AS. Bacterial colonization of root canal dentine previously treated with endodontic irrigants. *Aust Endod J* 2010; 36: 70-3.
 99. Uroz Torres D, González Rodríguez MP, Ferrer Luque CM. Effectiveness of the EndoActivator system in removing the smear layer after root canal instrumentation. *J Endod* 2010; 36: 308-11.
 100. Huffaker SK, Safavi K, Spånberg LSW, Kaufman B. Influence of a passive sonic irrigation system on the elimination of bacteria from root canal systems: a clinical study. *J Endod* 2010; 36: 1315-8.
 101. Salman MI, Baumann MA, Hellmich M, Roggendorf MJ, Terraat S. SEM evaluation of root canal debridement with Sonicare CanalBrush irrigation. *Int Endod J* 2010; 43: 363-9.
 102. Rödiger T, Bozkurt M, Konietschke F, Hülsmann M. Comparison of the Vibringe System with syringe and passive ultrasonic irrigation in removing debris from simulated root canal irregularities. *J Endod* 2010; 36: 1410-3.
 103. Paragliola R, Franco V, Fabiani C et al. Final rinse optimization: influence of different agitation protocols. *J Endod* 2010; 36: 282-5.
 104. Jiang L-M, Verhaagen B, Versluis M, Van der Sluis LWM. Evaluation of a Sonic device designed to activate irrigant in the root canal. *J Endod* 2010; 36: 143-6.
 105. Rödiger T, Sedghi M, Konietschke F, Lange K, Ziebolz D, Hülsmann M. Efficacy of syringe irrigation, RinsEndo and passive ultrasonic irrigation in removing debris from irregularities in root canals with different apical sizes. *Int Endod J* 2010; 43: 581-9.
 106. Bhuvu B, Patel S, Wilson R, Niazi S, Beighton D, Mannocci F. The effectiveness of passive ultrasonic irrigation on intraradicular *Enterococcus faecalis* biofilms in extracted single-root human teeth. *Int Endod J* 2010; 43: 241-50.
 107. Klym SL, Kirpatrick TC, Rutledge RE. In vitro comparisons of debris removal of the EndoActivator system, the F file, ultrasonic irrigation, and NaOCl irrigation alone after hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod* 2010; 36: 1367-71.
 108. Mitchell RP, Yang S-E, Baumgartner JC. Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needle irrigation of root canals. *J Endod* 2010; 36: 338-41.
 109. Gondim E, Setzer FC, Bertelli des Carmo C, Kin S. Postoperative pain after the application of two different irrigation devices in a prospective randomized clinical trial. *J Endod* 2010; 36: 1295-301.
 110. Miller TA, Baumgartner JC. Comparison of the antimicrobial efficacy of irrigation using the EndoVac to endodontic needle delivery. *J Endod* 2010; 36: 509-11.
 111. Gregorio C, Estévez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *J Endod* 2010; 36: 1216-21.
 112. Siu C, Baumgartner JC. Comparison of the debridement efficacy of the EndoVac irrigation system and conventional needle root canal irrigation in vivo. *J Endod* 2010; 36: 1782-5.
 113. Shin SJ, Kim HK, Jung IY, Lee CY, Lee SJ, Kim E. Comparison of the cleaning efficacy of a new apical negative pressure irrigating system with conventional irrigation needles in the root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: 479-84.
 114. Susin L, Liu Y, Yoon JC et al. Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *Int Endod J* 2010; 43: 1077-90.
 115. Parente JM, Loushine RJ, Susin L et al. Root canal debridement using manual dynamic agitation or the EndoVac for final irrigation in a closed system and an open system. *Int Endod J* 2010; 43: 1001-12.
 116. Caron G, Nham K, Bronnec F, Machtou P. Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *J Endod* 2010; 36: 1361-6.
 117. Bronnec F, Bouillaghet S, Machtou P. Ex vivo assessment of irri-

- gant penetration and renewal during the final irrigation regimen. *Int Endod J* 2010; 43: 663-72
118. Hmud R, Kahler WA, George R, Walsh LJ. Cavitation effects in aqueous endodontic irrigants generated by near-infrared lasers. *J Endod* 2010; 36: 275-8.
 119. Dewsnup N, Pileggi R, Hadix J, Nair U, Walker C, Varella CH. Comparison of bacterial reduction in straight and curved canals using erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-garnet laser treatment versus a traditional irrigation technique with sodium hypochlorite. *J Endod* 2010; 36: 725-8.
 120. De Moor RJG, Meire M, Goharkhay K, Moritz A, Vanobbergen J. Efficacy of ultrasonic versus laser-activated irrigation to remove artificially placed dentin debris plugs. *J Endod* 2010; 36: 1580-3.
 121. Fenoul G, Meless GD, Pérez F. The efficacy of R-Endo rotary NiTi and stainless-steel hand instruments to remove gutta-percha and Resilon. *Int Endod J* 2010; 43: 135-41.
 122. Marfisi K, Mercade M, Plotino G, Duran sindre F, Bueno R, Roig M. Efficacy of three different rotary files to remove gutta-percha and Resilon from root canals. *Int Endod J* 2010; 43: 1022-8.
 123. Bramante CM, Siqueira Fidelis N, Santos Assumpção T et al. Heat release, time required, and cleaning ability of Mtwo E and ProTaper Universal Retreatment systems in the removal of filling material. *J Endod* 2010; 36: 1870-3.
 124. Hayakawa T, Tomita F, Okiji T. Influence of the diameter and taper of root canals on the removal efficiency of Thermafil Plus plastic carriers using ProTaper retreatment files. *J Endod* 2010; 36: 1676-8.
 125. Cujé J, Bargholz C, Hülsmann M. The outcome of retained instrument removal in a specialist practice. *Int Endod J* 2010; 43: 545-54.
 126. Ruddle CJ. Removal of broken instruments. *Endod Pract* 2003; 9: 6-12.
 127. Madarati AA, Qualtrough AJE, Watts DC. Vertical fracture resistance of roots after ultrasonic removal of fractured instruments. *Int Endod J* 2010; 43: 424-9.
 128. Madarati AA, Qualtrough AJE, Watts DC. Effect of retained fractured instruments on teeth resistance to vertical fracture with or without attempt at removal. *Int Endod J* 2010; 43: 1047-53.
 129. Ormiga F, Ponciano Gomes JAC, Pimenta de Araujo MC. Dissolution of nickel-titanium endodontic files via an electrochemical process: a new concept for future retrieval of fractured files in root canals. *J Endod* 2010; 36: 717-20.
 130. El Mubarak AHH, Abu-Bakr NH, Ibrahim YE. Postoperative pain in multiple-visit and single-visit root canal treatment. *J Endod* 2010; 36: 36-9.
 131. García Paula FW, Bezerra da Silva LA, Kapila YL. Matrix metalloproteinase expression in teeth with apical periodontitis is differentially modulated by the modality of root canal treatment. *J Endod* 2010; 36: 231-7.
 132. Bottcher DE, Goto Hirai VH, da Silva Neto UX, Soares Grecca F. Effect of calcium Hydroxide dressing on the long-term sealing ability of two different endodontic sealers: an in vitro study. *Ora Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 110: 386-9.
 133. Kandaswamy D, Venkateshbabu N, Gogulnath D, Kindo AJ. Dentinal tubule disinfection with 2% chlorhexidine gel, propolis, morinda citrifolia juice, 2% povidone iodine, and calcium hydroxide. *Int Endod J* 2010; 43: 419-23.
 134. Delgado RJR, Gasparoto TH, Sipert CR et al. Antimicrobial effects of calcium hydroxide and chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2010; 36: 1389-93.
 135. Gonzales Freire L, Nunes Carvalho C, Pereira Ferrari PH, Siqueira EL, Gavini G. Influence of dentin on pH of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide alone or in combination. *Dent Traumatol* 2010; 26: 276-80.
 136. Rasimick BJ, Wan J, Musikant BL, Deutsch A. Stability of doxycycline and chlorhexidine absorbed on root canal dentin. *J Endod* 2010; 36: 489-92.
 137. Rödig T, Vogel S, Zapf A, Hülsmann M. Efficacy of different irrigants in the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J* 2010; 36: 519-27.
 138. Balvedi RPA, Versiani MA, Manna FF, Biffi JCG. A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J* 2010; 43: 763-8.
 139. Mohn D, Zehnder M, Imfeld T, Stark WJ. Radio-opaque nanosized bioactive glass for potential root canal application: evaluation of radiopacity, bioactivity and alkaline capacity. *Int Endod J* 2010; 43: 210-7.
 140. Shrestha A, Zhilong S, Gee NK, Kishen A. Nano particulates for antibiofilm treatment and effect of aging on its antibacterial activity. *J Endod* 2010; 36: 1030-5.
 141. Ansari G, Ranjpour M. Mineral trioxide aggregate and formocresol pulpotomy of primary teeth: a 2-year follow-up. *Int Endod J* 2010; 43: 413-8.
 142. Tabarsi B, Parirokh M, Eghbal MJ, Haghdoost AA, Torabzadeh H, Asgary S. A comparative study of dental pulp response to several pulpotomy agents. *Int Endod J* 2010; 43: 565-71.
 143. Wang X, Thibodean B, Trope M, Lin LM, Huang G T-J. Histologic characterization of regenerated tissues in canal space after the revitalization/revascularization procedure of immature dog teeth with apical periodontitis. *J Endod* 2010; 36: 56-63.
 144. Xu P, Liang J, Dong G, Zheng L, Ye L. Cytotoxicity of Real Seal on human osteoblast-like MGG3 cells. *J Endod* 2010; 36: 40-4.
 145. Roberti García LF, Franco Marqués AA, Rego Roselino LM, Panzeri Pires de Souza FC, Consani S. Biocompatibility evaluation of Epiphany/Resilon root canal filling system in subcutaneous tissue of rats. *J Endod* 2010; 36: 110-4.
 146. Húngaro Duarte MA, Ordinola Zapata R, Bernardes RA. Influence of calcium hydroxide association on the physical properties of AH Plus. *J Endod* 2010; 36: 1048-51.
 147. Izutani N, Imazato S, Noiri Y, Ebisu S. Antibacterial effects of MDPB against anaerobes associated with endodontic infections. *Int Endod J* 2010; 43: 637-45.
 148. Baer J, Maki J. In vitro evaluation of the antimicrobial effect of three endodontic sealers mixed with amoxicillin. *J Endod* 2010; 36: 1170-3.
 149. Al Hiyasat AS, Tayyar M, Darmani H. Cytotoxicity evaluation

- of various resin based root canal sealers. *Int Endod J* 2010; 43: 148-53.
150. Zmener O, Pameijer GH, Kokubu GA, Grana DR. Subcutaneous connective tissue reaction to methacrylate resin-based and zinc oxide and eugenol sealers. *J Endod* 2010; 36: 1574-9.
 151. Ari H, Belli S, Gunes B. Sealing ability of Hybrid Root SEAL (Meta-SEAL) in conjunction with different obturation techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: e113-e116.
 152. Zmener O, Pameijer CH. Clinical and radiographic evaluation of a resin-based root canal sealer: an eight-year update. *J Endod* 2010; 36: 1311-4.
 153. Marín Bauza GA, Rached Jr FJA, Souza Gabriel AE, Sousa Neto MD, Saraiva Miranda CE, Correa Silva-Sousa YT. Physicochemical properties of methacrylate resin-based root canal sealers. *J Endod* 2010; 36: 1531-6.
 154. Kim YK, Grandini S, Ames JM et al. Critical review on methacrylate resin-based root canal sealers. *J Endod* 2010; 36: 383-99.
 155. Hanada T, Quevedo CGA, Okitsu M et al. Effects of new adhesive resin root canal filling material on vertical root fractures. *Aust Endod J* 2010; 36: 19-23.
 156. Santos J, Tjäderhane L, Ferraz C et al. Long-term sealing ability of resin-based root canal fillings. *Int Endod J* 2010; 43: 455-60.
 157. Vasiliadis L, Kodonas K, Economides N, Gogos C, Staurianos C. Short- and long-term sealing ability of GuttaFlow and AH Plus using an ex vivo fluid transport model. *Int Endod J* 2010; 43: 377-81.
 158. Ashraf H, Taherian A, Kerdar AN. Evaluation of cytotoxicity of two root canal filling materials by MTT assay. *Aust Endod J* 2010; 36: 24-8.
 159. Bernardes RA, Campelo AA, Silva Jr D et al. Evaluation of the flow rate of 3 endodontic sealers: Sealer 26, AH Plus, MTA Obtura. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: e47-e49.
 160. Kochenborger Scarparo R, Haddad D, Acasigua GAX, Medeiros Fossati AC, Freitas Fachin EV, Soares Grecca F. Mineral trioxide aggregate-based sealer: analysis of tissue reactions to a new endodontic material. *J Endod* 2010; 36: 1174-8.
 161. Gandolfi MG, Prati C. MTA and F-doped MTA cements used as sealers with warm gutta-percha. Long-term study of sealing ability. *Int Endod J* 2010; 43: 889-901.
 162. Bae W-J, Chang S-W, Lee S-I, Yum K-Y, Bae K-S, Kim E-C. Human periodontal ligament cell response to a newly developed calcium phosphate-based root canal sealer. *J Endod* 2010; 36: 1658-63.
 163. Oliveira IR, Pandolfelli VC, Jacobovitz M. Chemical, physical and mechanical properties of a novel calcium aluminate endodontic cement. *Int Endod J* 2010; 43: 1069-76.
 164. Pararokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: A comprehensive literature review. Part I: Chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod* 2010; 36: 16-27.
 165. Torabinejad M, Pararokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review. Part II: Leakage and biocompatibility investigations. *J Endod* 2010; 36: 190-201.
 166. Pararokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review. Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod* 2010; 36: 400-13.
 167. Gandolfi MG, Taddei P, Tinti A, Prati C. Apatite-forming ability (bioactivity) of ProRoot MTA. *Int Endod J* 2010; 43: 917-29.
 168. Schembri M, Peplow G, Camilleri J. Analyses of heavy metals in mineral trioxide aggregate and Portland cement. *J Endod* 2010; 36: 1210-5.
 169. Chang SW, Shon WJ, Lee WC, Kum KY, Baek SH, Bae KS. Analysis heavy metal contents in gray and white MTA and 2 kinds of Portland cements: a preliminary study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: 642-6.
 170. Matsunaga T, Tsujimoto M, Kawashima T et al. Analysis of arsenic in gray and White mineral trioxide aggregate by using atomic absorption spectrometry. *J Endod* 2010; 36: 1988-90.
 171. Chedella SCV, Berzins DW. A differential scanning calorimetry study of the setting reaction of MTA. *Int Endod J* 2010; 43: 509-18.
 172. Yan P, Yuan Z, Jiang H, Peng B, Bian Z. Effect of bio aggregate on differentiation of human periodontal ligament fibroblasts. *Int Endod J* 2010; 43: 1116-21.
 173. Maeda H, Nakano T, Tomokiyo A et al. Mineral trioxide aggregate induces bone morphogenetic protein-2 expression and calcification in human periodontal ligament cells. *J Endod* 2010; 36: 647-52.
 174. Lee S-K, Lee S-K, Lee S-I et al. Effect of calcium phosphate cements on growth and odontoblastic differentiation in human dental pulp cells. *J Endod* 2010; 36: 1537-42.
 175. Camilleri J. Evaluation of the physical properties of an endodontic Portland cements incorporating alternative radiopacifiers used as root-end filling material. *Int Endod J* 2010; 43: 231-40.
 176. Nekoofar MH, Asseley Z, Dummer PMH. The effect of various mixing techniques on the surface microhardness of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J* 2010; 43: 312-20.
 177. Giuliani V, Nieri M, Pace R, Pagavino O. Effects of pH on surface hardness and microstructure of mineral trioxide aggregate and Acroseal: an in vitro study. *J Endod* 2010; 36: 1883-6.
 178. Nandini S, Natanasabapathy V, Shivana S. Effect of various chemicals as solvents on the dissolution of set white mineral trioxide aggregate: an in vitro study. *J Endod* 2010; 36: 135-8.
 179. Nekoofar MH, Stone DF, Dummer PMH. The effect of blood contamination on the compressive strength and surface microstructure of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J* 2010; 43: 782-91.
 180. Nekoofar MH, Oloomi K, Sheykhezadeh MS, Tabor R, Stone DF, Dummer PMH. An evaluation of the effect of blood and human serum on the surface microhardness and surface microstructure of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J* 2010; 43: 849-58.
 181. Bidar M, Disfani R, Gharagozloo S, Khoyneshad S, Rouhani A. Medication with calcium hydroxide improved marginal adaptation of mineral trioxide aggregate apical barrier. *J Endod* 2010; 36: 1679-82.
 182. Chegüe Vargas N, Juárez Broon N, Martínez Calixto LE, Manzano Chaidez JM, Moreno Castillo EN, Cervantes Amador F. Biocompa-

- tibilidad del MTA-Angelus y cemento Portland blanco aditivado con cloruro de calcio y clorhexidina en tejido subcutáneo de ratas. *Endodoncia* 2010;28:7-11.
183. McNamara R, Henry MA, Schindler WG, Hargreaves KM. Biocompatibility of accelerated mineral trioxide aggregate in a rat model. *J Endod* 2010; 36: 1851-5.
184. Ricucci D, Siqueira Jr JF. Fate of the tissue in lateral canals and apical ramifications in response to pathologic conditions and treatment procedures. *J Endod* 2010; 36: 1-15.
185. Manfre S, Goldberg F. Evaluación del ajuste y adaptación de los conos de gutapercha ProTaper al conducto radicular instrumentado con ProTaper Universal. *Endodoncia* 2010;28:135-40.
186. Shemesh H, Wesselink PR, Wu M-K. Incidence of dentinal defects after root canal filling procedures. *Int Endod J* 2010; 43: 995-1000.
187. Anbu R, Nandini S, Velmurugan N. Volumetric analysis of root fillings using spiral computed tomography: an in vitro study. *Int Endod J* 2010; 43: 64-8
188. Zhou X, Chen Y, Wei X et al. Heat transfers to periodontal tissues and gutta-percha during thermoplasticized root canal obturation in a finite element analysis model. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 110: 257-63.
189. Irala Almeida MA, Adorno CG, Djalma Pecora J, Perdomo M, Pereira Ferrari PA. Evaluación de la filtración bacteriana en conductos radiculares sellados por tres diferentes técnicas de obturación. *Endodoncia* 2010; 28: 127-34.
190. Farea M, Masudi S, Bakar WZW. Apical microleakage evaluation of system B compared with cold lateral technique: in vitro study. *Aust Endod J* 2010;36:48-53.
191. Attan K, Talwar S. A laboratory comparison of apical leakage between immediate versus delayed post space preparations in root canals filled with Resilon. *Int Endod J* 2010; 43: 775-81.
192. Baus O, Schäfer W, Sadat-Khonsari R, Knösel M. Influence of orthodontic extrusion on pulp vitality of traumatized maxillary incisors. *J Endod* 2010; 36: 203-7.
193. Wang S-H, Chung M-P, Su W-S, Cheng J-C, Shieh Y-S. Continued root formation after replantation and root canal treatment in an avulsed immature permanent tooth: a case report. *Dent Traumatol* 2010; 26: 182-5.
194. Güzeler I, Uysal S, Cehreli ZC. Management of trauma-induced inflammatory root resorption using mineral trioxide aggregate obturation: two-year follow up. *Dent Traumatol* 2010; 26: 501-4.