

C. Canalda Sahli<sup>1</sup>  
E. Brau Agudé<sup>1</sup>  
E. Berástegui Jimeno<sup>2</sup>  
J. Pumarola Suñé<sup>2</sup>  
M. Roig Cayón<sup>3</sup>

## Actualización en endodoncia 1995

1 Catedrático  
2 Profesor Titular  
3 Profesor Asociado  
Patología y Terapéutica Dental  
Facultad de Odontología  
Universidad de Barcelona

**Correspondencia:**

Carlos Canalda Sahli  
Mallorca 173 2º 2ª  
08036 Barcelona

### RESUMEN

Los autores revisaron los artículos científicos publicados en las revistas más significativas en el ámbito de la endodoncia durante el año 1995, comparándolos entre ellos, con otros anteriores y con los conceptos clásicos de la endodoncia.

### PALABRAS CLAVE

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

### ABSTRACT

*The authors review the articles published in the most relevant journals concerning endodontics during the last year 1995, 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; Dental bleaching.*

## 308 PATOLOGÍA PULPO-PERIAPICAL

La velocidad de conducción de las fibras nerviosas está en función del diámetro de su axón. De mayor a menor: A $\alpha$  (motoras), A $\beta$  (sensoriales), A $\gamma$  (motoras), A $\delta$  (sensoriales), B (preganglionares) y C (postganglionares, sensoriales). Las A y B son mielínicas y las C amielínicas. Del total de fibras nerviosas que atraviesan el foramen apical (2.300 axones en un premolar), un 13% son mielínicas (93% de fibras A $\delta$ , 7% de A $\beta$ ) y un 87% amielínicas C<sup>1\*</sup>. Las fibras A $\delta$  son conductoras rápidas, con sus receptores localizados en la pulpa periférica y en la dentina adyacente a la pulpa. Probablemente se activan por mecanismos hidrodinámicos y conducen estímulos dolorosos agudos y bastante bien localizados. Los axones C son conductores a baja velocidad, con campos receptivos en el interior de la pulpa, transmitiendo la sensación de dolor de forma menos localizada y más tardía. Se estimulan por mediadores químicos y por aplicación prolongada de calor. Las fibras C son más resistentes que las A $\delta$ ; ello explica que, en dientes que no responden a las pruebas con frío por estar destruidas las A $\delta$ , aparezca sensibilidad a la instrumentación.

Además de desempeñar un papel nociceptivo, los axones sensoriales intervienen en el mantenimiento y reparación del complejo pulpodentinario. Los vasos sanguíneos pulpaes están acompañados de fibras nerviosas mielínicas y amielínicas, sin contacto directo entre ambas estructuras<sup>(2)</sup>. Los axones C, amielínicos, contienen diversos neuropéptidos (substancia P, péptido vasoactivo intestinal, calcitonina) que pueden liberarse a los tejidos circundantes tras su estimulación, modificando el flujo sanguíneo, liberándose histamina e influyendo en las células inmunológicas. Se habla de inflamación neurogénica. Trantor y cols.<sup>(3)</sup> evidenciaron en cultivos de células pulpaes humanas como, la presencia de estos mediadores, estimulaba la proliferación de fibroblastos.

La existencia y naturaleza de las fibras parasimpáticas en la pulpa es un tema de discusión. Respuestas vasodilatadoras mediadas por tales fibras aún no han podido ser demostradas de forma concluyente. Sasano

y cols.<sup>(4)</sup> comprobaron, mediante un láser Doppler, como las fibras parasimpáticas no intervenían produciendo vasodilatación en la pulpa de gatos.

Tras una biopulpectomía se produce una inflamación en el periápice, con sección de las fibras nerviosas y desorganización del tejido periodontal alrededor del ápice. Los fenómenos inflamatorios pueden persistir durante bastantes meses, sin observarse una reinervación periapical de características normales hasta transcurrir un año<sup>(5)</sup>.

El espectro bacteriano aislado a partir de una periodontitis apical es semejante al que puede hallarse en los conductos radiculares de un diente con necrosis pulpar<sup>(6)</sup>. Las endotoxinas bacterianas o lipopolisacáridos (LPS)<sup>(7)</sup>, y diversas especies bacterianas, se propagan a través de los túbulos dentinarios desde la pulpa al periodonto y en sentido contrario. Ehnevid y cols.<sup>(8)</sup> comprobaron cómo el cemento actúa de barrera para las bacterias; sin embargo, en la enfermedad periodontal son frecuentes las reabsorciones cementarias, con lo que las bacterias pueden alcanzar la pulpa por difusión a través de los túbulos dentinarios, lo mismo que a través de conductos laterales. Si los dientes presentan una pulpa vital y sana, las bacterias tardan mucho más tiempo en alcanzar el límite pulpodentinario que en el caso de dientes con pulpas inflamadas previamente o con procesos degenerativos<sup>(9)</sup>. El número de especies bacterianas aisladas a partir de bolsas periodontales es superior a la aislada a partir de los conductos radiculares de dientes con necrosis pulpar, no hallándose en estos últimos espiroquetas<sup>(10)</sup>. El pronóstico a largo plazo del tratamiento de conductos radiculares en dientes con enfermedad periodontal es semejante al de dientes sin ella<sup>(11)</sup>.

En interacción con los LPS bacterianos, los macrófagos activan diversas funciones del huesped a través de la producción de mediadores. La respuesta varía según el género y especie bacterianos. Agarwal y cols.<sup>(12)</sup> evaluaron la tasa de diversas citocinas (IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$ , IL-6, IL-8) como respuesta de cultivos de monocitos obtenidos de individuos sanos frente a LPS provenientes de *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis* y *Escherichia coli*. La pro-

ducción de estas citocinas era variable cuantitativamente para cada individuo y también para cada clase de LPS bacteriano. La IL-1 $\beta$  desempeña un importante papel en la reabsorción ósea<sup>(13)</sup>.

Una deficiencia en la formación de linfocitos T favorece una reabsorción periapical más rápida e intensa<sup>(14)</sup>. Algunos componentes de determinadas especies bacterianas, como *Fusobacterium nucleatum*, presentan efectos supresores sobre la proliferación de linfocitos T<sup>(15)</sup>. Nakane y cols.<sup>(16)</sup> estudiaron el efecto de diversas concentraciones de LPS (1, 10 y 100  $\mu$ g/ml) sobre cultivos de células pulpares. La síntesis de proteínas disminuía en las dos últimas concentraciones, mientras que la de DNA aumentaba con la segunda y se inhibía con la más concentrada.

Los fibroblastos de la pulpa poseen receptores para la bradicinina y la trombina; cuando estos mediadores se ponen en contacto con sus receptores se produce una biosíntesis de prostaglandinas en las citadas células, la cual se puede reducir mediante diversos inhibidores de las ciclo-oxigenasas. La trombina estimula la producción de colágeno por parte de los fibroblastos pulpares, pero no posee esta acción la bradicinina<sup>(17)</sup>.

Matsuo y cols.<sup>(18)</sup> cuantificaron la concentración de IgG e IgA en los exudados periapicales de 69 dientes con lesiones periapicales. Los niveles de IgG (85,61 mg/ml) eran significativamente superiores a los de IgA (0,65 mg/ml). Los exudados procedentes de grandes lesiones (superiores a 10 mm de diámetro) presentaban niveles de ambas Ig significativamente superiores a los de las lesiones menores.

Akhlaghi y Dourov<sup>(19)</sup> estudiaron la pared epitelial de quistes periapicales. Mediante microscopía electrónica de transmisión observaron la presencia de células dendríticas, con características inmunocitoquímicas y estructurales similares a las células de Langerhans.

## DIAGNÓSTICO

La radiología sigue siendo el principal examen com-

plementario en el diagnóstico de la patología pulpo-periapical, así como el mejor medio para controlar el tratamiento de conductos radiculares. Existen soluciones químicas para el procesado rápido de las radiografías, incluso algunos fabricantes proponen reducir el tiempo de revelado aumentando la concentración de las soluciones. Geist y Gleason<sup>(20)</sup> compararon la calidad de imagen en radiografías Kodak Ultraspeed DF y EP (Eastman Kodak, Rochester, NY, EUA) procesadas con soluciones rápidas según las concentraciones recomendadas y otras más concentradas que permitían reducir el tiempo hasta un 50%. Con éstas, la calidad de la imagen empeora notablemente. Con las concentraciones recomendadas, no se hallaron diferencias entre las placas D y E, requiriendo las últimas un tiempo de exposición un 40% menor.

La radiografía dental computarizada presenta ventajas respecto a las radiografías convencionales en cuanto a velocidad para la adquisición de la imagen, tratamiento ulterior de la misma, eliminación del procesado químico, reducción de la irradiación, archivo de datos<sup>(21)</sup>, existiendo actualmente diversos sistemas comercializados. Scarfe y cols.<sup>(22)</sup> estudiaron la capacidad de la radiografía (RVG, Trophy Radiologie, Vincennes, Francia) para detectar en molares humanos conductos laterales y accesorios, con la ayuda de la inyección de una solución de contraste (Hypaque), comparándola con placas D y E de Kodak. La capacidad para identificar estas estructuras era muy baja con todos los medios utilizados. Ellingsen y cols.<sup>(23)</sup> evaluaron *in vitro* la capacidad de la RVG, con ayuda de zoom, y placas D y E para determinar la longitud de trabajo usando limas de diámetros 8 y 10. Las placas D fueron significativamente superiores a las E, aunque con una magnificación X2 ambas fueron eficaces para ubicar la localización del extremo apical de las limas. La RVG con zoom se comportó de forma semejante a las placas D. Ong y Pitt Ford<sup>(24)</sup> tampoco hallaron diferencias entre la RVG y las placas D para determinar la longitud de trabajo.

Blaskovis-Subat y cols.<sup>(25)</sup> aplicaron un programa de Auto CAD modificado, como software para la reconstrucción de la anatomía radicular externa e interna de

**310** dientes a los que seccionaron transversalmente. Las imágenes obtenidas fueron útiles para la evaluación de la morfología radicular. Nielsen y cols.<sup>(26)</sup> estudiaron el uso de la tomografía microcomputarizada para el estudio de la morfología de los conductos radiculares. Esta técnica permite la obtención de imágenes tridimensionales, con lo que se pueden evaluar aspectos como el transporte apical o la sección de los conductos.

### PREPARACIÓN BIOMECÁNICA

La anatomía interna dentaria sigue siendo objeto de discusión, especialmente la concerniente a la raíz mesiovestibular de los molares superiores. Weller y cols.<sup>(27)</sup> hallaron un 60% de raíces con dos conductos en el primer molar, si bien en el último milímetro apical la incidencia de dos conductos separados era del 26%. Eskoz y Weine.<sup>(28)</sup> hallaron en el segundo molar un 59,7% de dientes con un único conducto en la citada raíz, un 20,9% con dos conductos que convergían antes de alcanzar el ápice y un 16,4% con dos conductos independientes desde la cámara hasta el periápice.

La clasificación de la morfología de los conductos radiculares es muy variada. Nagy y cols.<sup>(29)</sup> describieron un método para su clasificación basado en principios matemáticos y formas geométricas. Distinguen cuatro tipos de conductos: I (rectos), J (curvatura apical), C (curvados en su totalidad) y S (con diversas curvaturas).

Una vez localizado el conducto, con un instrumento de diámetro pequeño lo permeabilizamos hasta alcanzar la constricción apical. El ensanchamiento previo de las porciones coronarias del conducto facilita la detección táctil de la constricción<sup>(30)</sup>; sin embargo, creemos que no se deben ensanchar dichas porciones sin haber cateterizado el conducto, para prevenir la formación de posibles escalones. Para ello se recurre habitualmente a los trépanos Gates-Glidden por su eficacia y capacidad de corte, aunque se debe limitar el diámetro utilizado para no debilitar en exceso las pare-

des del conducto, especialmente en la porción cóncava de los conductos curvos<sup>(31)</sup>. Sobre un modelo en tres dimensiones, Ricks-Williamson y cols.<sup>(32)</sup> comprobaron, al instrumentar el conducto, las mayores tensiones se localizan entre los tercios medio y coronario, siendo directamente proporcionales al diámetro del conducto preparado.

Para determinar el nivel de la constricción apical, ningún localizador electrónico ha superado aún a la técnica radiográfica, aunque con el Apit o Endex (Osada Electronics, Tokio, Japón) se obtiene una precisión semejante<sup>(33)</sup>, aún en presencia de electrolitos y residuos diversos en el interior del conducto. Otro localizador apical de doble frecuencia, con el que se obtienen resultados semejantes al Apit, es el Root ZX (J. Morita USA, Tustin, CA, EUA)<sup>(34)</sup>. Arora y Gulabivala<sup>(35)</sup> evaluaron *in vivo* la precisión del Endex y del RCM Mark II (Evident Dental Co, London, Reino Unido) comparándolos con la determinación radiográfica. Una vez extraídos los dientes, se valoró la posición del extremo apical de la lima respecto al foramen. Se midió la distancia entre el extremo de la lima y el ápice anatómico. El Endex fue preciso en el 71,7% de los casos cuando el margen de error se fijó en 0,5 mm y en el 91,3% cuando se fijó a 1 mm, mientras que con el RCM Mark II los valores fueron de 43,5% y 84,8% respectivamente. La precisión del Endex fue superior en presencia de diversos electrolitos en el conducto; el que menos afectó a los resultados fue la solución de hipoclorito sódico y el que más los restos pulparec necróticos.

Las características y propiedades de los instrumentos endodóncicos despiertan el interés de los investigadores. Zmener y Spielberg<sup>(36)</sup> comprobaron mediante microscopía electrónica de barrido (MEB) la presencia de numerosos fragmentos metálicos adheridos a la superficie de las limas. Tras someterlas durante 15 minutos a un baño de ultrasonidos, se consiguió eliminar la mayor parte de los fragmentos. Ello indica la conveniencia de limpiar las limas de la forma mencionada antes de esterilizarlas y utilizarlas en clínica.

D'Souza y cols.<sup>(37)</sup> evaluaron la morfología de la sec-

ción de diversas limas de diámetros 10, 25 y 40, comparándola con el diseño explicitado por el fabricante. La mayoría de las limas cumplían el diseño anunciado; las mayores discrepancias se observaron en los diámetros menores, en la zona más apical y en las fabricadas por torsión.

Camps y cols.<sup>(38)</sup> evaluaron el diámetro y la rigidez de tres limas K de níquel-titanio fabricadas por Maillefer (Ballaignes, Suiza): de sección triangular, de sección cuadrangular y de sección triangular con los lados cóncavos para disminuir la masa del metal. Las limas de sección cuadrangular eran más rígidas que las de sección triangular. En los diámetros 45 a 60, las limas con los lados cóncavos eran menos rígidas que las de sección triangular.

Camps y Pertot<sup>(39)</sup> evaluaron la rigidez y la resistencia a la fractura por torsión de limas K de níquel-titanio de cuatro fabricantes: Brasseler (Savannah, GA, EUA), JS Deñtal (Ridgefield, CT, EUA), Mc Spadden NT (NT Co, Chattanooga, TN, EUA) y Maillefer. Todos los instrumentos cumplían con los mínimos requeridos por la especificación nº 28 de la ANSI/ADA para el momento de flexión. La resistencia a la fractura por torsión se evalúa mediante dos parámetros: ángulo de giro (todas lo cumplían) y momento de torsión (todas alcanzaban el mínimo requerido, excepto el diámetro 40 de Maillefer y el 30 de Mc Spadden NT). Los mismos autores evaluaron la capacidad de corte de estas limas en sentido lineal comparándola con las de acero inoxidable Flexofiles (Maillefer)<sup>(40)</sup>. Las limas de níquel-titanio de Maillefer eran más eficaces que las de las otras marcas. En general, no hallaron diferencias significativas entre las Flexofiles y las limas de níquel-titanio de Maillefer en los distintos diámetros estudiados. Hay que tener presente que la capacidad de corte de las limas disminuye de forma significativa ya desde su primera utilización en un conducto<sup>(41)</sup>, por lo que hay que desecharlas precozmente, sobre todo las de diámetros menores.

Numerosas investigaciones tuvieron como objetivo evaluar el efecto de la instrumentación en conductos curvos de dientes naturales o simulados en bloques de plástico mediante diversas limas y técni-

cas. Tepel y cols.<sup>(42)</sup> evaluaron la capacidad de corte de distintos instrumentos manuales de acero inoxidable y su efecto sobre la instrumentación de conductos curvos (42°), simulados en bloques de resina, desde el diámetro 15 al 35. Todos ellos produjeron alguna deformación indeseable en el conducto; los mejores resultados en cuanto a conformación y capacidad de corte los proporcionaron las limas Flexofile, inactivas en su extremo apical. Schäfer y cols.<sup>(43)</sup> utilizaron la misma metodología con diversas limas de níquel-titanio (Niti) y acero inoxidable, utilizadas con una técnica rotatoria. Ningún instrumento fue capaz de preparar la totalidad de la cara interna de la curvatura, mientras que todos cortaron en la totalidad de la cara externa de la misma.

Varias publicaciones<sup>(44-47)</sup> muestran estudios comparativos de la conformación de los conductos instrumentados con limas de níquel-titanio y de acero inoxidable, utilizadas con técnica de limado lineal o de fuerzas equilibradas, hasta el diámetro 35 o superiores. Por lo general, mediante las limas de níquel-titanio se obtiene una mejor conformación del conducto. Sin embargo, Esposito y Cunningham<sup>(48)</sup> no hallaron diferencias significativas entre limas manuales y mecánicas, de níquel-titanio y de acero inoxidable, cuando el diámetro apical no se instrumentaba más allá de 30, magnitud suficiente en general para obtener una buena limpieza y conformación del conducto.

Luiten y cols.<sup>(49)</sup> estudiaron radiográficamente la capacidad de cuatro técnicas para conseguir una buena conformación del conducto: step-back, crown-down pressureless, sónica (MM 1500, Micro-Mega, Besançon, Francia) y NiTimatic (NT Co). No hallaron diferencias significativas respecto al transporte apical. Con todo, la técnica sónica y crown-down produjeron más escalones.

Existe un creciente interés por efectuar la instrumentación de los conductos mediante contrángulos y diversas limas. Poulsen y cols.<sup>(50)</sup> evaluaron el efecto de la velocidad de giro (750, 1300 y 2000 rpm) en la morfología de conductos instrumentados mediante Lightspeed (Lightspeed Technology, San Antonio, TX,

**312** EUA), no hallando diferencias entre ellas. Glosson y cols.<sup>(51)</sup> compararon la morfología de conductos radiculares instrumentados mediante limas K manuales de acero inoxidable y níquel-titanio, Canal Master U de Niti y dos contrángulos, Lightspeed y NiTimatic. Mediante las tres últimas técnicas se produjo menos transporte apical, se eliminó menos dentina, el conducto se mantuvo más centrado y su sección fue más circular. La instrumentación mecánica fue significativamente más rápida.

Wu y Wesselink<sup>(52)</sup> evaluaron la limpieza de las paredes de la porción apical de conductos mesiales de molares inferiores, usando una solución de hipoclorito sódico al 2%. Las técnicas empleadas fueron step-back con limas K de Maillefer hasta el diámetro 25, crown-down pressureless con el mismo tipo de limas y fuerzas equilibradas con limas Flex-R (Union Broach, New York, NY, EUA) hasta el diámetro 45. La mejor limpieza se consiguió con esta técnica debido a la significativa mayor ampliación de la porción apical. Fava<sup>(53)</sup> no observó diferencias en cuanto a la presencia de dolor postoperatorio tras instrumentar conductos en una sola sesión mediante diversas técnicas.

Pertot y cols.<sup>(54)</sup> obtuvieron una buena conformación instrumentando conductos curvos (35°), simulados en bloques de resina, mediante instrumentos Canal Master U, tanto de acero inoxidable como de níquel-titanio.

Las soluciones de hipoclorito sódico, complementadas por las de EDTA, siguen siendo las más indicadas para irrigar los conductos radiculares. El EDTA incrementa la acción antibacteriana del hipoclorito sódico<sup>(55)</sup>. La estabilidad de las soluciones de hipoclorito sódico disminuye con el paso del tiempo, degradándose con mayor rapidez las más concentradas y cuanto más elevada es la temperatura de almacenamiento<sup>(56)</sup>. Las soluciones con derivados del amonio cuaternario son también eficaces, aunque su capacidad para disolver restos orgánicos es menor<sup>(57)</sup>. La irrigación mediante unidades ultrasónicas o sónicas no ha demostrado ser significativamente mejor que la alcanzada con las agujas Max-I-Probe (Smith & Nephew MPL, Franklin Park, ILL, EUA)<sup>(58)</sup>, siendo más

determinante la naturaleza de la solución irrigadora para conseguir la limpieza de las paredes de los conductos que la técnica de irrigación.

Lussi y cols.<sup>(59)</sup> presentaron en 1993 un dispositivo (European patent Nº 0299919) para conseguir la limpieza de los conductos radiculares sin instrumentación. Se basa en la creación de unas burbujas de cavitación, mediante campos de presión alternante, en el interior de los conductos radiculares. El colapso de las burbujas origina una turbulencia hidrodinámica que fuerza la penetración de una solución de hipoclorito sódico por todos los recovecos del sistema de conductos a través de una cánula. Mediante otra cánula se aspira la solución irrigadora. El proceso de limpieza se controla midiendo la resistencia eléctrica del tejido pulpar, que se correlaciona con la de una solución de hipoclorito sódico al 0,9%, la cual es unas diez veces inferior. A medida que el tejido pulpar se va disolviendo por efecto de las burbujas de cavitación, la resistencia eléctrica va disminuyendo; cuando ésta permanece constantemente baja, la preparación de los conductos se considera terminada. En 1995, Lussi y cols.<sup>(60)</sup> perfeccionaron el dispositivo mediante una bomba de vacío, lo que permite secar los conductos y crear en ellos una presión negativa. En un reservorio conectado a la bomba se dispone un cemento; abriendo una válvula, el cemento penetra en los conductos gracias a la presión negativa creada en ellos. Los autores compararon conductos preparados y obturados mediante el mencionado dispositivo con conductos instrumentados de modo convencional y obturados con condensación lateral y AH 26 (De Trey Dentsply, Konstanz, Alemania). La evaluación se efectuó mediante cortes transversales de las raíces de molares a distintos niveles, observándolos al microscopio óptico. La limpieza de los conductos y la calidad de la obturación eran semejantes. Como con el nuevo dispositivo no se ensanchaban los conductos, existía un total respeto de la morfología de los mismos. El tiempo de tratamiento total era inferior a la mitad del requerido para la instrumentación manual.

Existe un creciente interés por la aplicación del láser en la instrumentación de los conductos radiculares,

sea como principal medio para la limpieza y conformación de los mismos, sea como complemento de la instrumentación. Calas y Rochd<sup>(61)</sup> evaluaron la eficacia de un láser Nd:YAP (LOKKI, Vienne, Francia), con una fibra óptica de 0,2 mm. Una vez permeabilizado el conducto con una lima diámetro 20 o 25, la acción del láser se mostró eficaz para vaporizar el tejido pulpar y ensanchar las paredes del conducto. Para evitar la elevación excesiva de temperatura utilizaron secuencias operatorias inferiores a 45 segundos e irrigación frecuente de los conductos. El aspecto de la superficie dentinaria era variable según la zona observada al MEB, pudiéndose visualizar áreas lisas provocadas por la fusión de la dentina y áreas con los túbulos abiertos. Miserendino y cols.<sup>(62)</sup> utilizando un laser Nd:YAG y Stabholz y cols.<sup>(63)</sup> empleando un láser Excimer comprobaron cómo con su aplicación se conseguía una dentina significativamente menos permeable. Read y cols.<sup>(64)</sup> aplicaron sobre la dentina radicular un láser de CO<sub>2</sub>, con distintos tiempos e intensidades. Los efectos observados al MEB eran variables: desde ausencia de los túbulos hasta zonas con astillado de la dentina, glaseado de la misma por fusión y cráteres.

Saunders y cols.<sup>(65)</sup> no observaron diferencias en cuanto a la limpieza de las paredes de conductos radiculares instrumentados con una técnica convencional y en otros a los que se aplicó un láser Nd-YAG al finalizar la instrumentación. Intentaron conseguir un tapón apical aplicando el láser sobre virutas de dentina, hidroxiapatita o cerámica de bajo punto de fusión. El láser fue incapaz de fundir las virutas de dentina, pero producía un cierto endurecimiento de la hidroxiapatita y de la porcelana. Mor y cols.<sup>(66)</sup>, mediante un láser XeCl-308 Excimer, intentaron fusionar hidroxiapatita en el foramen de conductos instrumentados hasta el diámetro 30. Efectuaron luego una evaluación de la filtración apical de los conductos obturados. Aunque en el grupo en el que se aplicó láser mejoró el sellado apical, las diferencias no fueron significativas. Moshonov y cols.<sup>(67)</sup> observaron como la aplicación de un láser Ergon, una vez finalizada la instrumentación, mejoraba la limpieza de las paredes de los conduc-

tos radiculares, sin alterar la estructura de la dentina, efecto que no pudieron apreciar con el láser Nd:YAG y el Excimer.

La aplicación de láser disminuye el número de bacterias presentes en los conductos radiculares. Sin embargo, ha demostrado ser más eficaz en la desinfección de los mismos una solución de hipoclorito sódico al 1%<sup>(68)</sup>.

## MEDICACIONES

Aunque se sigue buscando algún material ideal para favorecer la formación de una estructura calcificada en las protecciones pulpares directas<sup>(69)</sup>, por el momento ninguno ha mostrado mejores resultados que el hidróxido de calcio. Yoshida y cols.<sup>(70)</sup> efectuaron protecciones pulpares directas en monos con tres recubrimientos: fosfato tricálcico, fosfato tricálcico asociado a diversos medicamentos (metronidazol, ciprofloxacino, minociclina, cefaclor) e hidróxido de calcio. A las cuatro semanas se estudió la respuesta histológica: en el primer grupo se observó necrosis pulpar y crecimiento bacteriano, en el segundo se mantenía la vitalidad del tejido pulpar pero sin formación de tejidos calcificados. Sólo en el grupo tratado con hidróxido cálcico existía pulpa vital, no inflamada y existencia de una barrera calcificada.

El efecto terapéutico de las pastas de hidróxido de calcio, usadas como medicación temporal en los conductos radiculares, depende de su disociación en iones hidroxilo e iones calcio. El vehículo utilizado en la pasta influirá en este efecto. Simon y cols.<sup>(71)</sup> evaluaron la liberación de dichos iones a partir de diversas pastas (con agua destilada, solución salina, paraclorofenol, propilenglicol). Los mejores resultados los proporcionó el propilenglicol ya que permitía una liberación sostenida y constante de iones, así como mantener un pH óptimo para favorecer los fenómenos de reparación tisular.

El efecto antimicrobiano del hidróxido de calcio es debido al incremento del pH producido al liberarse iones hidroxilo. Kontakiotis y cols.<sup>(72)</sup> estudia-

314 ron esta acción en 20 especies bacterianas anaerobias estrictas y facultativas. No se observó crecimiento bacteriano en ninguna de ellas en presencia de hidróxido cálcico. Creen que el efecto de inhibición microbiana de este medicamento se debe, además de a su elevado pH, a la absorción del dióxido de carbono, el cual es necesario para el crecimiento de muchas especies bacterianas. Por otra parte, también favorece la disolución de los tejidos en condiciones de anaerobiosis<sup>(73)</sup>.

Holland y cols.<sup>(74)</sup> comprobaron cómo la colocación de una pasta de hidróxido de calcio en el interior del conducto durante tres días, mejoraba significativamente el sellado apical, tanto si se mantenía el diámetro del conducto como si se incrementaba éste con una lima de diámetro inmediatamente superior.

Un tema controvertido es el tratamiento de urgencia de la periodontitis apical sintomática supurada. Aunque un principio básico en medicina es permitir la evacuación del pus (*Ubi pus ibi evaqua*), algunos endodoncistas preconizan ante esta patología la instrumentación, irrigación y aspiración del exudado del conducto, colocación de distintos medicamentos en él y obturación provisional de la cámara. Tjäderhane y cols.<sup>(75)</sup> evaluaron en un periodo de 8 años el efecto del tratamiento local de urgencia efectuado en 601 dientes con la mencionada patología, respecto a las complicaciones antes y después del tratamiento de conductos radiculares y a la reparación periapical. En 103 casos se dejó la apertura cameral efectuada abierta durante una o dos semanas hasta poder efectuar el tratamiento definitivo. Los otros dientes fueron tratados de urgencia mediante instrumentación somera del conducto y colocación en el conducto de diversos medicamentos, obturando la cámara. Los dientes que se dejaron abiertos no mostraron mayores complicaciones ni antes ni después del tratamiento de conductos; el porcentaje de reparaciones periapicales fue similar en ambos grupos. El porcentaje de especies bacterianas en los conductos abiertos se incrementó; no obstante, las condiciones de anaerobiosis presentes en los conductos cerrados, favorecen el crecimiento de especies más

patógenas que las especies que pueden penetrar a partir de la cavidad oral.

Debelian y cols.<sup>(76)</sup> investigaron la incidencia de bacteriemia tras un tratamiento de conductos en dientes con periodontitis apical asintomática y, si las bacterias halladas en sangre, tenían su origen en el conducto. Trataron 26 pacientes con un diente afectado. En un grupo sobreinstrumentaron hasta la lima 25; en otro, limitaron la instrumentación al interior del conducto. Se tomaron muestras de sangre durante el tratamiento y 10 minutos después. En el primer grupo, hallaron bacterias en sangre en siete pacientes; en el segundo, en cuatro. Mediante pruebas bioquímicas, se determinó que las bacterias aisladas a partir de muestras de sangre, presentaban las mismas características que las aisladas a partir de los conductos, por lo que se evidencia la necesidad de una profilaxis antibiótica en dientes con periodontitis apicales. Aunque el antibiótico de elección es la penicilina y sus derivados, son frecuentes las resistencias bacterianas a ellos, por lo que se aconseja la asociación de amoxicilina con ácido clavulánico. Con todo, Lewis y cols.<sup>(77)</sup> hallaron un 5% de cepas bacterianas resistentes a esta asociación de un total de 331 cepas aisladas a partir de exudados purulentos de los conductos radiculares.

## OBTURACIÓN DE CONDUCTOS

Las investigaciones centradas en la capacidad de sellar los conductos radiculares mediante distintos materiales y técnicas siguen siendo las más numerosas. La metodología más habitual consiste en evaluar la penetración de colorantes a través del foramen apical. Roda y Gutmann<sup>(78)</sup> evaluaron la penetración lineal apical utilizando un colorante y dos variables: bajo presión atmosférica normal y bajo vacío. No hallaron diferencias significativas entre los dos grupos. Usando el vacío, observaron artefactos inducidos por él, por lo que no es aconsejable utilizarlo<sup>(79,80)</sup>. La capacidad de filtración de las diversas soluciones colorantes es variable. Ahlberg y cols.<sup>(81)</sup> demostraron como



una solución de azul de metileno, que tiene un peso molecular bajo, penetra mucho más que una solución de tinta china. Por ello, las pruebas de filtración apical no deben tomarse como valores absolutos, sino como comparación entre distintos materiales o técnicas de obturación.

La clase de cemento utilizado y el grosor del mismo entre la gutapercha y la pared del conducto influyen en el sellado obtenido<sup>(82)</sup>. Este es mejor cuanto más delgada es la capa de cemento. Si el grosor de la misma no supera 0,05 mm, la capacidad de sellado apical no empeora con el tiempo<sup>(83)</sup>.

Holland y cols.<sup>(84)</sup> evaluaron el efecto de diversas medicaciones intracanalulares (EDTA, hidróxido de calcio y paraclorofenol) sobre la filtración apical de varios cementos: Ketac-Endo (Espe, Seefeld-Oberbay, Alemania), Sealapex (Sybron Kerr, Romulus, MI, EUA) y un cemento de óxido de zinc-eugenol (SS White, Río de Janeiro, Brasil). El mejor sellado apical se obtuvo con el Sealapex. El uso de EDTA y las medicaciones citadas, mejoraron significativamente el sellado del Ketac-Endo y el cemento de óxido de zinc-eugenol, pero no el del Sealapex.

El cemento Ketac-Endo ha demostrado una buena capacidad de sellado del conducto, semejante al de otros cementos<sup>(85)</sup> o incluso mejor<sup>(86)</sup>. La evaluación clínica de dientes obturados con este cemento es semejante a los resultados publicados con el uso de otros cementos<sup>(87)</sup>.

Siqueira y cols.<sup>(88)</sup> observaron como los cementos Sealapex y Apexit (Vivadent, Schaan, Liechtentein) alcalinizaban el medio. Utilizando una pasta de hidróxido de calcio y eliminando la capa de barro dentinario, Staehle y cols.<sup>(89)</sup> demostraron como el incremento de alcalinidad era similar a nivel de la pared del conducto y en la dentina hasta una distancia de 1,5 mm. De los distintos cementos con hidróxido de calcio estudiados, sólo el Sealapex produjo a nivel de la pared del conducto un incremento del pH semejante al conseguido con el hidróxido de calcio puro; sin embargo, este efecto a nivel de la dentina era menor.

Goldberg y cols.<sup>(90)</sup> compararon la capacidad de sellado apical de tres técnicas de obturación: el siste-

ma Trifecta (Hygenic Corp., Akron, OH, EUA) que combina la gutapercha SuccessFil (Hygenic) en la porción apical del conducto y la gutapercha inyectada Ultrafil (Hygenic) en el resto del mismo; la técnica de condensación lateral; y una combinación de SuccessFil y condensación lateral con puntas accesorias, pero sin punta principal. Los mejores resultados se obtuvieron con la condensación lateral, sin diferencias significativas con las otras técnicas. Lloyd y cols.<sup>(91)</sup> hallaron resultados semejantes entre el sistema Trifecta y la condensación lateral, tanto en presencia como en ausencia de smear layer.

Pallarés y Faus<sup>(92)</sup> no observaron diferencias significativas de filtración apical entre la técnica JS Quickfill (JS Dental, Ridgefield, CT, EUA), que reblandece la gutapercha  $\alpha$  que recubre un compactador mediante rotación mecánica, y la condensación lateral. Pallarés y cols.<sup>(93)</sup> estudiaron, mediante MEB, la adaptación del JS Quickfill a las paredes del conducto, eliminando o no el smear layer. El sellador formaba una capa continua en contacto con la pared del conducto, siendo más fina a medida que se acercaba al ápice. En ausencia de smear layer, penetraba en el interior de los túbulos dentinarios hasta 10-15  $\mu\text{m}$ , con una buena adaptación de la gutapercha a las paredes del conducto.

La gutapercha termoplastificada se adapta bien a las paredes del conducto radicular<sup>(94)</sup>, aunque el sellado apical conseguido es similar al de la condensación lateral<sup>(95-97)</sup>. La condensación vertical con gutapercha reblandecida mediante distintos láseres (argón, CO<sub>2</sub>, Nd:YAG) no supone ninguna mejora<sup>(98)</sup> y producen un incremento de la temperatura externa radicular<sup>(99)</sup>, aunque se considera que este incremento no supone daño periodontal siempre que no se superen los 10°C<sup>(100)</sup>.

Saunders y Saunders<sup>(101)</sup> evaluaron la filtración coronal de conductos obturados con JS Quickfill y condensación lateral y dos cementos, Sealapex y Apexit. Existía mayor filtración con la primera técnica que con la condensación lateral. Con esta última, no existían diferencias entre los dos cementos, mientras que con el JS Quickfill la filtración era mayor con el Sealapex.

**316** Ello permite inferir la existencia de interrelación entre técnicas y cementos, por lo que no es indiferente la elección del sellador en algunas técnicas.

Trope y cols.<sup>(102)</sup> evaluaron la capacidad de las endotoxinas (LPS) para desplazarse a través de una obturación de conductos desde la corona (no obturada) hasta el foramen apical. Se utilizó la técnica de la condensación lateral y un sellador de óxido de zinc-eugenol. Se produjo el paso de LPS en un 31,5% de los especímenes. Ello evidencia la necesidad de una correcta restauración coronaria, así como la de obturar correctamente la totalidad del conducto. Por otra parte, si un diente endodonciado sufre una fractura coronaria o una recidiva de caries que ha expuesto la obturación del conducto a la cavidad oral, es conveniente rehacer el tratamiento de conductos ante la posibilidad de que hayan penetrado gérmenes o sus toxinas en el mismo, lo que puede representar un fracaso a largo plazo. Para mejorar la calidad de la obturación en la porción coronal del conducto, se ha propuesto efectuar, terminada la condensación lateral, una condensación vertical reblandeciendo la gutapercha coronal con calor. Baumgardner y cols.<sup>(103)</sup> evaluaron la filtración coronal de la condensación lateral, de la condensación lateral combinada con la vertical a nivel coronal y del Thermafil (Tulsa Dental Products, Tulsa, OK, EUA). Existieron diferencias significativas entre los tres grupos. La técnica combinada presentó el mejor resultado y el peor el Thermafil. Ray y Trope<sup>(104)</sup>, tras examinar el estado periapical de 1.010 dientes endodonciados, llegaron a la conclusión que, la calidad técnica de la restauración coronal, era más importante que la calidad técnica de la obturación del conducto para la salud del periodonto apical, probablemente por filtración coronal.

La biocompatibilidad es una importante propiedad de los materiales de obturación. La toxicidad de la gutapercha se debe a la liberación de iones de zinc. En general, es bien tolerada en el periápice, aunque ello depende de la marca de gutapercha, de su superficie y del tamaño de las partículas. Sjögren y cols.<sup>(105)</sup> implantaron, en el tejido conectivo de cerdos, gutapercha en partículas de diverso tamaño: trozos, cor-

tados con un bisturí, de una punta estandarizada de diámetro 100 (De Trey, Zürich, Suiza), partículas pequeñas (50-100  $\mu\text{m}$ ) preparadas moliendo las puntas y gutapercha disuelta en cloroformo. A los tres meses, se observó en los cortes histológicos, un tejido fibroso no inflamatorio rodeando los trozos grandes. Las partículas pequeñas inducían una reacción a cuerpo extraño, con acúmulo de macrófagos y células gigantes. La destrucción tisular era más manifiesta donde se implantó gutapercha disuelta en cloroformo.

Los estudios de citotoxicidad de los cementos en cultivos celulares tienen un interés limitado. Son más útiles los efectuados implantando los cementos en el tejido conectivo de animales y, sobre todo, obturando conductos radiculares de animales con ellos. Los cementos mejor tolerados fueron los que incorporaban hidróxido de calcio como elemento primordial en su composición (Sealapex, Apexit)<sup>(106,107)</sup>. Entre los cementos de óxido de zinc-eugenol el más biocompatible parecía ser el Tubliseal<sup>(108)</sup>, mientras que el cemento resinoso AH 26 (De Trey) se comportaba como más citotóxico, probablemente por contener resina bisfenol y liberar formaldehído al polimerizar<sup>(109)</sup>.

## TRAUMATOLOGÍA DENTAL

Debido a que la tasa de éxitos a largo plazo, tras reimplantar dientes avulsionados, es escasa, Krasner y Rankow<sup>(110)</sup> recomendaron evaluar tres parámetros básicos que inciden en el pronóstico: estado de las células del ligamento periodontal, estadio de desarrollo radicular y tiempo de permanencia extraoral. En función de los mismos, establecen diez categorías de dientes avulsionados.

Schatz y cols.<sup>(111)</sup> evaluaron, en un período de cinco años, la reparación periodontal en 33 incisivos reimplantados tras un traumatismo: 15 lo fueron en el espacio de una hora y, el resto, en períodos de tiempo superiores (por lo general, más de tres horas). En el primer grupo, la tasa de reparación fue del 66,7%,

mientras que en el segundo se observó reabsorción inflamatoria o de reemplazamiento en el 88,3% de los dientes.

Andreasen y cols.<sup>(112)</sup> efectuaron un control clínico-radiográfico sobre 400 incisivos permanentes avulsionados y reimplantados sin fractura coronal (322 pacientes), entre 1965 y 1988, con un período de seguimiento medio de 5,1 años. El intervalo de edad fue de 5 a 52 años (media 13,7 años). En los dientes con el ápice no formado, la vitalidad pulpar se comprobó en un 34%. La curación gingival fue del 93% y la inexistencia de reabsorción externa fue evidente en un 24%. Durante el período de seguimiento, hubo que extraer un 30% de los dientes.

La revascularización se produjo en el 34% de los dientes con el ápice incompletamente formado<sup>(113)</sup>, observándose a los seis meses respuesta a las pruebas de vitalidad pulpar y obliteración parcial del conducto. Aquella se produjo en los dientes escasamente desarrollados y con un período de almacenamiento muy corto. De 30 dientes reimplantados con la raíz sin desarrollar<sup>(114)</sup>, en siete se alcanzó la longitud radicular total, en ocho parcial y en 15 se detuvo el crecimiento, probablemente por lesión de la vaina de Hertwig. En seis dientes se observó una invaginación de hueso y formación de un ligamento periodontal interno. La curación total del ligamento periodontal se observó en un 25% de los casos<sup>(115)</sup>. El control debe hacerse durante muchos años ya que la reabsorción radicular puede producirse o evidenciarse durante ese período. La reabsorción inflamatoria puede observarse ya en los primeros meses (30%); pero la reabsorción por reemplazamiento (anquilosis) puede ser de diagnóstico tardío (61% de dientes tras el primer año). Los principales factores que influyen en la reparación periodontal son: un período corto desde la avulsión a la reimplantación, escaso tiempo con el diente seco, almacenamiento en solución salina, leche o saliva (no hay diferencias entre ellas), escaso desarrollo radicular y ferulización breve (1-2 semanas).

La reabsorción inflamatoria se correlaciona con el daño tisular periodontal ocasionado tras la avulsión, así como a la presencia de bacterias en el conducto

radicular y en los túbulos dentinarios. Por ello se aconseja efectuar una extirpación de la pulpa y un tratamiento de conductos para prevenir o tratar esta clase de reabsorción. Se recomendaba una medicación intracanalicular de hidróxido de calcio durante meses; pero su efecto necrotizante inicial podría favorecer la anquilosis. Por ello, Trope y cols.<sup>(116)</sup>, tras efectuar reimplantes intencionales en dientes de perro, recomendaron efectuar el tratamiento de conductos radiculares transcurridos 10-14 días del reimplante, dejando una medicación con hidróxido de calcio durante una semana. Si el tratamiento de conductos se efectúa más tarde, al comprobar la existencia de reabsorción inflamatoria, recomendaron dejar la medicación más tiempo, unos tres meses.

En cambio, Dumsha y Hovland<sup>(117)</sup>, tras efectuar reimplantes intencionales en dientes de monos, dejándolos ferulizados dos semanas, no pudieron hallar histológicamente diferencias entre dientes en los que se colocó una medicación con hidróxido de calcio durante ocho semanas y dientes en los que se efectuó el tratamiento de conductos en una única sesión.

## BLANQUEAMIENTO DENTAL

Dahl y Becher<sup>(118)</sup> evaluaron la toxicidad del peróxido de carbamida solo o presente en la fórmula de preparados comerciales con carbopol para blanqueamiento de dientes vitales, introduciéndolo en el estómago de ratas. Observaron ulceraciones en la mucosa gástrica, más intensas con el preparado comercial ya que, el carbopol que contiene el gel, incrementa la adherencia a los tejidos y retarda la liberación del oxígeno.

Heling y cols.<sup>(119)</sup> observaron cómo el peróxido de hidrógeno utilizado en los blanqueamientos internos, incrementaba la permeabilidad de la dentina al paso de los gérmenes, lo que podría favorecer la reabsorción dentinaria asociada en ocasiones a estos tratamientos. El uso de perborato sódico con agua, utilizado como agente blanqueador, no posee esta acción.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ramachandran Nair PN. Neural elements in dental pulp and dentin. *Oral Surg* 1995;**80**:710-9.
2. Lyroudia K, Palakidis K, Manthos A, Nikolaidis N, Pitas I, Foroglou C. Computerized reconstruction of TEM examined pulpal blood vessels and nerves. *Endod Dent Traumatol* 1995;**11**: 189-95.
3. Trantor IR, Messer HH, Birner R. The effects of neuropeptides (calcitonin gene-related peptide and substance P) on culture human pulp cells. *J Dent Res* 1995;**74**:1066-71.
4. Sasano T, Shoji N, Kuriwada S, Sanjo D, Izumi H, Karita K. Absence of parasympathetic vasodilatation in cat dental pulp. *J Dent Res* 1995;**74**:1665-70.
5. Holland GR. Periapical neural changes after pulpectomy. *Oral Surg* 1995;**80**:726-34.
6. Brauner AW, Conrads G. Studies into the microbial spectrum of apical periodontitis. *Int Endod J* 1995;**28**:244-8.
7. Nissan R, Pashley D, Stevens R, Trowbridge H. Ability of bacterial endotoxin to diffuse through human dentin. *J Endod* 1995;**21**:62-4.
8. Ehnevid H, Jansson L, Lindskog S, Weintraub A, Blomlöf L. Endodontic pathogen: propagation of infection through patent dentinal tubules in traumatized monkey teeth. *Endod Dent Traumatol* 1995;**11**:229-34.
9. Nagaoka S, Miyazaki Y, Liu HJ, Iwamoto Y, Kitano M, Kawagoe M. Bacterial invasion into dentinal tubules of human vital and nonvital teeth. *J Endod* 1995;**21**:70-3.
10. Kurihara H, Kobayashi Y, Francisco IA, Isoshima O, Nagai A, Murayama Y. A microbiological and immunological study of endodontic-periodontic lesions. *J Endod* 1995;**21**:617-21.
11. Jaoui L, Machtou P, Ouhayoun JP. Long-term evaluation of endodontic and periodontal treatment. *Int Endod J* 1995;**28**:249-54.
12. Agarwal S, Piesco NP, Johns LP, Riccelli AE. Differential expression of IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$ , IL-6, and IL-8 in human monocytes in response to lipopolysaccharides from different microbes. *J Dent Res* 1995;**74**:1057-65.
13. Hamachi T, Anan H, Akamine A, Fujise O, Maeda K. Detection of interleukin-1 $\beta$  mRNA in rat periapical lesions. *J Endod* 1995;**21**:118-21.
14. Tani-Ishii N, Kuchiba K, Osada T, Watanabe Y, Umemoto T. Effect of T-cell deficiency on the formation of periapical lesions in mice: histological comparison between periapical lesion formation in BALB/c and BALB/c nu/nu mice. *J Endod* 1995;**21**:195-9.
15. Yoshida H, Jontell M, Sundqvist G, Bergenholtz G. Effect of sonicated material from *Fusobacterium nucleatum* on the functional capacity of accessory cells derived from dental pulp. *Oral Microbiol Immunol* 1995;**10**:308-12.
16. Nakane A, Yoshida T, Nakata K, Horiba N, Nakamura H. Effects of lipopolysaccharides on human dental pulp cells. *J Endod* 1995;**21**:128-30.
17. Sundqvist G, Rosenquist JB, Lerner UH. Effects of bradykinin and thrombin on prostaglandins formation, cell proliferation and collagen biosynthesis in human dental pulp fibroblasts. *Arch Oral Biol* 1995;**40**:247-56.
18. Matsuo T, Nakanishi T, Ebisu S. Immunoglobulins in periapical exudates of infected root canals: correlations with the clinical findings of the involved teeth. *Endod Dent Traumatol* 1995;**11**:95-9.
19. Akhlaghi E, Dourov N. Langerhans cells in odontogenic cysts. *Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol* 1995;**38**:71-6.
20. Geist JR, Gleason MJ. Densitometric properties of rapid manual processing solutions: abbreviated versus complete rapid processing. *J Endod* 1995;**21**:180-4.
21. Farman AG, Scarfe WC, Schick DB, Rumack PM. Computed dental radiography: Evaluation of a new charge-coupled device-based intraoral radiographic system. *Quintessence Int* 1995;**6**:399-404.
22. Scarfe WC, Fana CR, Farman AG. Radiographic detection of accessory/lateral canals: use of radiovisiography and Hypaque. *J Endod* 1995;**21**:184-90.
23. Ellingsen MA, Harrington GW, Hollender LG. Radiovisiography versus conventional radiography for detection of small instruments in endodontic length determination. Part 1. *In vitro* evaluation. *J Endod* 1995;**21**:326-31.
24. Ong EY, Pitt Ford TR. Comparison of radiovisiography with radiographic film in root length determination. *Int Endod J* 1995;**28**:25-9.
25. Blaskovic-Subat V, Smojver I, Maricic B, Sutalo J. A computerized method for the evaluation of root canal morphology. *Int Endod J* 1995;**28**:290-6.
26. Nielsen RB, Alyassin AM, Peters DD, Carnes DL, Lancaster J. Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. *J Endod* 1995;**21**:561-8.
27. Weller RN, Niemczyk SP, Kim S. Incidence and position of the canal isthmus. Part 1. Mesio buccal root of the maxillary first molar. *J Endod* 1995;**21**:380-3.
28. Eskoz N, Weine FS. Canal configuration of the mesio buccal root of the maxillary second molar. *J Endod* 1995;**21**:38-42.
29. Nagy CD, Szabó J, Szabó J. A mathematically based classification of root canal curvatures on natural human teeth. *J Endod* 1995;**21**:557-60.
30. Stabholz A, Rotstein I, Torabinejad M. Effect of preflaring on tactile detection of the apical constriction. *J Endod* 1995;**21**:92-4.
31. Isom TL, Marshall JG, Baumgartner JC. Evaluation of root thickness in curved canals after flaring. *J Endod* 1995;**21**:368-71.
32. Ricks-Williamson LJ, Fotos PG, Goel VK, Spivey JD, Rivera EM, Khera SC. A three-dimensional finite-element stress analysis of an endodontically prepared maxillary central incisor. *J Endod* 1995;**21**:362-7.
33. Kobayashi C. Electronic canal length measurement. *Oral Surg* 1995;**79**:226-31.
34. Czerw RJ, Fulkerson MS, Donnelly JC, Walmann JO. *In vitro* evaluation of the accuracy of several electronic apex locators. *J Endod* 1995;**21**:572-5.

35. Arora RK, Gulabivala K. An *in vivo* evaluation of the ENDEX and RCM Mark II electronic apex locators in root canals with different contents. *Oral Surg* 1995;79:497-503.
36. Zmener O, Spielberg C. Cleaning of endodontic instruments before use. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:10-4.
37. D'Souza JE, Walton EW, Maixner D. Cross-sectional configuration of endodontic files compared with manufacturers' design. *J Endod* 1995;21:599-602.
38. Camps JJ, Pertot WJ, Levallois B. Relationship between file size and stiffness of nickel titanium instruments. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:270-3.
39. Camps JJ, Pertot WJ. Torsional and stiffness properties of nickel-titanium K files. *Int Endod J* 1995;28:239-43.
40. Camps JJ, Pertot WJ. Machining efficiency of nickel-titanium K-type files in a linear motion. *Int Endod J* 1995;28:279-84.
41. Kazemi RB, Stenman E, Spånberg LSW. The endodontic file is a disposable instrument. *J Endod* 1995;21:451-5.
42. Tepel J, Schäfer E, Hoppe W. Root canal instruments for manual use: cutting efficiency and instrumentation of curved canals. *Int Endod J* 1995;28:68-76.
43. Schäfer E, Tepel J, Hoppe W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2. Instrumentation of curved canals. *J Endod* 1995;21:493-7.
44. Zmener O, Balbachan L. Effectiveness of nickel-titanium files for preparing curved root canals. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:121-3.
45. Himel VT, Ahmed KM, Wood DM, Alhadainy HA. An evaluation of nitinol and stainless steel files by dental students during a laboratory exam. *Oral Surg* 1995;79:232-7.
46. Royal JR, Donnelly JC. A comparison of maintenance of canal curvature using balanced-force instrumentation with three different file types. *J Endod* 1995;21:300-4.
47. Dagher FEB, Yared GM. Comparison of three files to prepare curved root canals. *J Endod* 1995;21:264-5.
48. Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod* 1995;21:173-6.
49. Luiten DJ, Morgan LA, Baumgartner JC, Marshall JG. A comparison of four instrumentation techniques on apical canal transportation. *J Endod* 1995;21:26-32.
50. Poulsen WB, Dove SB, del Rio CE. Effect of nickel-titanium engine-driven instrument rotational speed on root canal morphology. *J Endod* 1995;21:609-12.
51. Glosso CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endod* 1995;21:146-51.
52. Wu MK, Wesswink PR. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. *Oral Surg* 1995;79:492-6.
53. Fava LRG. Single visit root canal treatment: incidence of postoperative pain using three different instrumentation techniques. *Int Endod J* 1995;28:103-7.
54. Pertot WJ, Camps JJ, Damiani MG. Transportation of curved canals prepared with Canal Master U, Canal Master U Niti, and stainless steel K-type files. *Oral Surg* 1995;79:504-9.
55. Yoshida T, Shibata T, Shinohara T, Gomyo S, Sekine I. Clinical evaluation of the efficacy of EDTA solutions as an endodontic irrigant. *J Endod* 1995;21:592-3.
56. Piskin B, Türkün M. Stability of various sodium hypochlorite solutions. *J Endod* 1995;21:253-5.
57. Panighi MM, Jacquot B. Scanning electron microscopic evaluation of ultrasonic debridement comparing sodium hypochlorite and Bardac-22. *J Endod* 1995;21:272-6.
58. Kahn FH, Rosenberg PA, Gliksberg J. An *in vitro* evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. *J Endod* 1995;21:277-80.
59. Lussi A, Nussbacher V, Grosrey J. A novel non-instrumented technique for cleansing the root canal system. *J Endod* 1993;19:549-53.
60. Lussi A, Messerli L, Hotz P, Grosrey J. A new non-instrumental technique for cleaning and filling root canals. *Int Endod J* 1995;28:1-6.
61. Calas P, Rochd T. Utilisation d'un laser Nd:YAP pour la préparation canalaire: étude préliminaire. *Trib Dent* 1995;3:17-23.
62. Miserendino IJ, Levy GC, Rizoio IM. Effects of Nd:YAG laser on the permeability of root canal wall dentin. *J Endod* 1995;21:83-7.
63. Stabholz A, Rotstein I, Neev J, Moshonov J, Stabholz A. Efficacy of XeCl 308-nm Excimer laser in reducing dye penetration through coronal dentinal tubules. *J Endod* 1995;21:266-8.
64. Read RP, Baumgartner JC, Clark SM. Effects of a carbon dioxide laser on human root dentin. *J Endod* 1995;21:4-8.
65. Saunders WP, Whitters CJ, Strang R, Moseley H, Payne AP, McGadey J. The effect of an Nd:YAG pulsed laser on the cleaning of the root canal and the formation of a fused apical plug. *Int Endod J* 1995;28:213-20.
66. Mor C, Stabholz A, Neev J, Rotstein I. Efficacy of XeCl-308 Excimer laser in fusing hydroxyapatite to seal the root apex. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:169-71.
67. Moshonov J, Sion A, Kasirer J, Rotstein I, Stabholz A. Efficacy of Argon laser irradiation in removing intracanal debris. *Oral Surg* 1995;79:221-5.
68. Moshonov J, Ørstavik D, Yamauchi S, Pettiette M, Trope M. Nd:YAG laser irradiation in root canal disinfection. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:220-24.
69. Oguntebi BR, Heaven T, Clark AE, Pink FE. Quantitative assessment of dentin bridge formation following pulp-capping in miniature swine. *J Endod* 1995;21:79-82.
70. Yoshida K, Yoshida N, Iwaku M. Effects of antibacterial capping agents on dental pulps of monkeys mechanically exposed to oral microflora. *J Endod* 1995;21:16-20.
71. Simon ST, Bhat KS, Francis R. Effect of four vehicles on the pH of calcium hydroxide and the release of calcium ion. *Oral Surg* 1995;80:459-64.
72. Kontakiotis E, Nakou M, Georgopoulou M. *In vitro* study of the indirect action of calcium hydroxide on the anaerobic flora of the root canal. *Int Endod J* 1995;28:285-9.

73. Yang SF, Rivera EM, Baumgardner KR, Walton RE, Stanford C. Anaerobic tissue-dissolving abilities of calcium hydroxide and sodium hypochlorite. *J Endod* 1995;21:613-6.
74. Holland R, Alexandre AC, Murata SS, Dos Santos CA, Dezan Jr E. Apical leakage following root canal dressing with calcium hydroxide. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:261-3.
75. Tjäderhane LS, Pajari UH, Ahola RH, Bäckman TK, Hietala EL, Larmas MA. Leaving the pulp chamber open for drainage has no effect on the complications of root canal therapy. *Int Endod J* 1995;28:82-5.
76. Debelian GJ, Olsen I, Tronstad L. Bacteremia in conjunction with endodontic therapy. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:142-9.
77. Lewis MAO, Parkhurst CL, Douglas CWI, Martin MV, Absi EG, Bishop PA, Jones SA. Prevalence of penicilin resistant bacteria in acute suppurative oral infection. *J Antimicrob Chemoth* 1995;35:785-91.
78. Roda RS, Gutmann JL. Reliability of reduced air pressure methods used to asses the apical seal. *Int Endod J* 1995;28:154-62.
79. Kazemi RB, Spångberg LSW. Effect of reduced air pressure on dye penetration in standardized voids. *Oral Surg* 1995;80:720-5.
80. Masters J, Higa R, Torabinejad M. Effects of vacuuming on dye penetration patterns in root canals and glass tubes. *J Endod* 1995;21:332-4.
81. Ahlberg KMF, Assavano P, Tay WM. A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and India ink in root-filled teeth. *Int Endod J* 1995;28:30-4.
82. Georgopoulou MK, Wu MK, Nikolaou A, Wesselink PR. Effect of thickness on the sealing ability of some root canal sealers. *Oral Surg* 1995;80:338-44.
83. Wu MK, Wesselink PR, Boersma J. A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. *Int Endod J* 1995;28:185-9.
84. Holland R, Sakashita MS, Murata SS, Junior ED. Effect of dentine surface treatment on leakage of root fillings with a glass ionomer sealer. *Int Endod J* 1995;28:190-3.
85. Goldberg F, Artaza LP, Silvio AD. Apical sealing ability of a new glass ionomer root canal sealer. *J Endod* 1995;21:498-500.
86. Ferrer Luque CM, Vilchez Díaz MA, González Rodríguez P. Estudio de filtración apical con el cemento de vidrio ionómero Ketac-Endo. *Rev Act Odontostomatol Esp* 1995;55:41-4.
87. Friedman S, Zarrabian M, Trope M. Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glass ionomer cement sealer. *J Endod* 1995;21:384-90.
88. Siqueira Jr JF, Fraga RC, García PF. Evaluation of sealing ability, pH and flow rate of three calcium hydroxide-based sealers. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:225-8.
89. Staehle HJ, Spiess V, Heinecke A, Müller HP. The effect of root canal filling materials containing calcium hydroxide on the alkalinity of root dentin. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:163-8.
90. Goldberg F, Massone EJ, Artaza LP. Comparison of the sealing capacity of three endodontic filling techniques. *J Endod* 1995;21:1-3.
91. Lloyd A, Thompson J, Gutman JL, Dummer PMH. Sealability of the Trifecta™ technique in the presence or absence of a smear layer. *Int Endod J* 1995;28:35-40.
92. Pallarés A, Faus V. A comparative study of the sealing ability of two root canal obturation techniques. *J Endod* 1995;21:449-50.
93. Pallarés A, Faus V, Glickman G. The adaptation of mechanically softened gutta-percha to the canal walls in the presence or absence of smear layer: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1995;28:266-9.
94. Perrone R, Lorenzo I, Zmener O, Monti G. Obturación de conductos radiculares por medio de la inyección de gutapercha termoplastificada (70°C). Un estudio con microscopía electrónica de barrido. *Rev Asoc Odontol Argent* 1995;83:290-4.
95. Hata G, Kawazoe S, Toda T, Weine FS. Sealing ability of thermoplasticized gutta-percha fill techniques as assessed by a new method of determining apical leakage. *J Endod* 1995;21:167-72.
96. Ferrer Luque MC, Pérez Gaspar MI, Vilchez Díaz MA, González López S. Estudio de filtración apical con los sistemas Thermanfil y Alpha Seal. *Rev Europ Odonto-Estomatol* 1995;7:25-30.
97. Page ML, Hargreaves KM, ElDeeb M. Comparison of concentric condensation technique with laterally condensed gutta-percha. *J Endod* 1995;21:308-13.
98. Anic I, Matsumoto K. Comparison of the sealing ability of laser-softened, laterally condensed and low-temperature thermoplasticized gutta-percha. *J Endod* 1995;21:464-9.
99. Anic I, Matsumoto K. Dentinal heat transmission induced by a laser-softened gutta-percha obturation technique. *J Endod* 1995;21:470-4.
100. Weller RN, Koch KA. *In vitro* radicular temperatures produced by injectable thermoplasticized gutta-percha. *Int Endod J* 1995;28:86-90.
101. Saunders EM, Saunders WP. Long-term coronal leakage of JS Quickfill root fillings with Sealapex and Apexit sealers. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:181-5.
102. Trope M, Chow E, Nissan R. *In vitro* endotoxin penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:90-4.
103. Baumgardner KR, Taylor J, Walton R. Canal adaptation and coronal leakage: lateral condensation compared to Thermanfil. *JADA* 1995;126:351-6.
104. Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J* 1995;28:12-18.
105. Sjögren V, Sundquist G, Ramachandran Nair PN. Tissue reaction to gutta-percha particles of various sizes when implanted subcutaneously in guinea pigs. *Eur J Oral Sci* 1995;103:313-21.
106. Beltes P, Koulaouzidou E, Kotoula V, Kortsaris AH. *In vitro* evaluation of the cytotoxicity of calcium hydroxide-based root canal sealers. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:245-9.
107. Mittal M, Chandra S, Chandra S. Comparative tissue toxicity evaluation of four endodontic sealers. *J Endod* 1995;21:622-4.
108. Granchi D, Stea S, Ciapetti G, Cavedagna D, Stea S, Pizzoferrato A. Endodontic cements induce alterations in the cell cycle of *in vitro* cultured osteoblasts. *Oral Surg* 1995;79:359-66.

109. Gerosa R, Menegazzi G, Borin M, Cavalleri G. Cytotoxicity evaluation of six root canal sealers. *J Endod* 1995;**21**:446-8.
110. Krasner P, Rankow HJ. New philosophy for the treatment of avulsed teeth. *Oral Surg* 1995;**79**:616-23.
111. Schatz JP, Hausherr C, Joho JP. A retrospective clinical and radiologic study of teeth re-implanted following traumatic avulsion. *Endod Dent Traumatol* 1995;**11**:235-9.
112. Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 1. Diagnosis of healing complications. *Endod Dent Traumatol* 1995;**11**:51-8.
113. Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 2. Factors related to pulpal healing. *Endod Dent Traumatol* 1995;**11**:59-68.
114. Andreasen JO, Borum MK, Andreasen FM. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 3. Factors related to root growth. *Endod Dent Traumatol* 1995;**11**.
115. Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 4. Factors related to periodontal ligament healing. *Endod Dent Traumatol* 1995;**11**.
116. Trope M, Moshonov J, Nissan R, Buxt P, Yesilsoy C. Short vs. long-term calcium hydroxide treatment of established inflammatory root resorption in replanted dog teeth. *Endod Dent Traumatol* 1995;**11**:124-8.
117. Dumsha T, Hovland EJ. Evaluation of long-term calcium hydroxide treatment in avulsed teeth. An *in vivo* study. *Int Endod J* 1995;**28**:7-11.
118. Dahl JE, Becher R. Acute toxicity of carbamide peroxide and a commercially available tooth-bleaching agent in rats. *J Dent Res* 1995;**74**:710-4.
119. Heling I, Parson A, Rotstein I. Effect of bleaching agents on dentin permeability to *Streptococcus faecalis*. *J Endod* 1995;**21**:540-2.