

UNIVERSIDAD DE BARCELONA - FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
PATOLOGÍA Y TERAPÉUTICA DENTAL

SIGLO XXI. ¿CÓMO SE PERFILA LA ENDODONCIA?

21st CENTURY: WHERE IS ENDODONTICS HEADING FOR?

por

CARLOS CANALDA SAHLI *

BARCELONA

RESUMEN: En los últimos 15 años del siglo XX la Endodoncia ha experimentado numerosos avances, de modo cada vez más acelerado, tanto en los conocimientos de la etiopatogenia y el diagnóstico de la enfermedad pulpar y periapical como en los aspectos clínicos y reparativos tras el tratamiento. A partir de los datos actuales se puede intuir hacia dónde puede encaminarse la Endodoncia. Se analizan aspectos de las ciencias básicas aplicadas a ella, el diagnóstico clínico, la preparación de los conductos radiculares y su obturación y la vigencia de las medicaciones locales.

PALABRAS CLAVE: endodoncia, enfermedad pulpar y periapical, diagnóstico endodóncico, preparación de los conductos radiculares, medicaciones endodóncicas, obturación de los conductos radiculares.

ABSTRACT: For the last fifteen years of the past century Endodontics has shown increasingly faster, many advances in a wide scope of aspects: etiology and diagnosis of pulpal and periapical disease, as well as in clinical and reparative post-treatment results. From now on, on the basis of today's knowledge, we can foresee where Endodontics is heading. Application on basic science concepts, endodontic medicaments, and root canal preparation and filling, are also reviewed.

KEY WORDS: endodontics, pulpal and periapical disease, endodontic diagnosis, root canal preparation, endodontic medicaments, root canal filling.

INTRODUCCIÓN

El fin de un siglo y, además, en el actual, el de un milenio, representa un límite que predispone a efectuar un balance del pasado reciente y atisbar el futuro inmediato. Somos conscientes de la arbitrariedad de los periodos de tiempo impuestos por el hombre, dispares en las distintas culturas. En todo caso, el fin de un milenio de la llamada civilización occidental es útil como motivo de análisis de una parcela de la ciencia, lo que nos puede orientar hacia donde se dirige.

Es posible que los historiadores consideren los últimos años del siglo XX como el inicio de una nueva etapa, la que podríamos denominar como *digital*. Los cambios que incorpora la informática

y los medios de comunicación suponen una revolución tecnológica de consecuencias aún del todo no bien conocidas.

La endodoncia, como conjunto de conocimientos metódicamente formado y ordenado, constituye una ciencia, integrada en el conjunto de las Ciencias de la Salud. Su consolidación como tal ha sido posible gracias a los avances en las ciencias básicas y clínicas. En las últimas décadas la actividad clínica se ha ido alejando del empirismo para asentarse en bases cada vez más científicas. El movimiento de la *Medicina basada en la evidencia*, actualización y sistematización de conceptos ya existentes, se ha ido propagando a las diversas ciencias de la salud y, entre ellas, a la endodoncia. SACKETT y cols¹. la definen como *el uso consciente, explícito y juicioso de la mejor evidencia científica*

(*) Médico Estomatólogo. Catedrático de Patología y Terapéutica Dental

clínica disponible para tomar decisiones sobre el cuidado del paciente individual. Las bases de datos en las que encontrar la información científica en las que basar nuestras decisiones clínicas, diagnósticas y terapéuticas, están al alcance de todos. No acudir a ellas, manteniendo una actividad clínica empírica, es un error grave y un perjuicio para los pacientes.

En los últimos años del siglo XX se ha producido un aluvión de novedades tecnológicas en el ámbito de la endodoncia. Algunas han tenido una vida efímera; otras han representado eslabones progresivos suministrando al clínico medios más eficaces para el diagnóstico y el tratamiento. No

obstante, vislumbramos un cierto peligro en la rapidez con que evoluciona la tecnología: su facilidad para deslumbrarnos y la falta de rigor en su uso. Es necesario evaluar las nuevas tecnologías y verificar su eficacia mediante la investigación científica antes de propagar sus excelencias y su uso clínico indiscriminado. Seleccionaremos los instrumentos en función de la *evidencia científica* que nos proporcionan los trabajos de investigación.

Analizaremos brevemente hacia dónde creemos que evoluciona la endodoncia. Para ello consideraremos unos apartados.

CIENCIAS BÁSICAS EN EL ÁMBITO DE LA ENDODONCIA

La anatomía interna dental fue estudiada con detalle a mediados de siglo^{2,3}. Sin embargo, en los últimos años, múltiples trabajos de investigación⁴ han demostrado la complejidad de la misma, un porcentaje de conductos radiculares más elevado en todos los grupos dentarios y una morfología variada de la zona final del conducto radicular. Lo que denominamos durante muchos años como límite cemento-dentinario, término histológico, preferimos llamarlo constricción apical, término anatómico, ya que el lugar más estrecho de la zona final del conducto no coincide muchas veces con un cambio de tejido histológico.

Desde la investigación ya clásica de KAKEHASHI y cols⁵, sabemos que las bacterias son los organismos necesarios para causar una inflamación pulpar irreversible. Las investigaciones de los últimos años han permitido identificar un predominio de bacterias anaerobias estrictas en los conductos radiculares de dientes con necrosis pulpar y periodontitis apical. Así como en las pulpitis predominan los estreptococos del grupo *viridans*, así como los géneros *Staphylococcus* y *Lactobacillus*, al ir consumiendo el oxígeno por la actividad de estas bacterias la microbiota se torna anaerobia. Al ir disminuyendo los glúcidos, necesarios como fuente energética para las bacterias, su presencia en los conductos radiculares se va modificando, con predominio de aquellas que recurren a los aminoácidos como fuente de energía⁶. En las periodontitis predominan los géneros *Porphyromonas*, *Prevotella*, *Peptostreptococcus* y *Fusobacterium*^{7,8}.

Se creyó que las bacterias eran destruidas en el tejido granulomatoso periapical. Si bien ello es cierto, la capacidad defensiva de este tejido es limitada y las bacterias pueden proliferar en este tejido así como anidar en la superficie del ápice⁹.

Se han hallado correlaciones entre determinadas asociaciones bacterianas y la semiología presente¹⁰. Es de esperar que el empleo de técnicas más depuradas de aislamiento y cultivo de especies bacterianas, especialmente anaerobias, permita establecer correlaciones entre asociaciones bacterianas y los síntomas y signos del paciente, lo que puede permitir seleccionar el antibiótico idóneo.

El estudio de los factores que intervienen en la patogenia pulpar y periapical ha sido el objetivo de múltiples investigaciones en los últimos años. Se ha podido sistematizar los mediadores químicos de la inflamación y reparación pulpar y periapical¹¹: de origen plasmático como los sistemas de las cininas, del complemento, de la coagulación y fibrinolítico, de origen celular preformados como diversas aminas vasoactivas y enzimas lisosómicos y de origen celular reactivo frente a un estímulo nocivo como las prostaglandinas, leucotrienos, tromboxanos, lipoxinas, inmunoglobulinas y neuropéptidos.

Aunque las investigaciones sobre el papel de estos mediadores puedan ser áridas para el clínico, son revelantes, tanto por permitir el conocimiento sobre los mecanismos patogénicos de la enfermedad pulpar y periapical como por las implicaciones terapéuticas que se derivan de ellas.

DIAGNÓSTICO CLÍNICO

El diagnóstico representa un reto en endodoncia teniendo en cuenta que la mayoría de pulpitis y periodontitis permanecen asintomáticas durante mucho tiempo¹², existiendo una escasa correlación entre la semiología y la histopatología¹³, lo

que obligó a modificar las clásicas taxonomías de la enfermedad pulpar y periapical basadas en criterios histopatológicos y establecer otras de mayor utilidad clínica: pulpitis y periodontitis reversibles e irreversibles, asintomáticas y sintomáti-

cas. A pesar de ello, las investigaciones recientes que correlacionan semiología y asociaciones bacterianas y la aplicación de nuevas tecnologías para el diagnóstico es posible que permitan una nueva taxonomía más rigurosa.

El estudio de las fibras nerviosas sensoriales de la pulpa posibilita un mejor diagnóstico de su estado¹⁴, a pesar de la limitación de la respuesta que ofrecen las pruebas de vitalidad a los cambios térmicos o eléctricos para poder establecer el estado de salud o enfermedad de la pulpa. Mucho más eficaz es el láser Doppler ya que evalúa el flujo sanguíneo pulpar¹⁵, factor mucho más determinante para poder establecer un tratamiento conservador de la vitalidad de la pulpa. Otro método no invasivo para conocer el flujo pulpar es la fotopletomografía¹⁶. La oximetría de pulsación determina la saturación de oxígeno en sangre circulante¹⁷. El grado de hipoxia pulpar se puede conocer mediante el uso de distintos marcadores¹⁸. La disminución de la temperatura en la superficie de un diente con degeneración o necro-

sis pulpar también se puede evaluar¹⁹. Estas pruebas, y otras que se propondrán, permanecerán aún tiempo en fase experimental. Confiamos, sin embargo, en su aplicación clínica en los próximos años, lo que permitirá un diagnóstico mucho más fiable que el actual.

En el campo del llamado diagnóstico por la imagen han surgido novedades, basadas en la digitalización de aquella, para mejorar las limitaciones diagnósticas de las radiografías. La radiovisiografía ofrece ventajas, así como la laservisografía, aunque no han mejorado la capacidad de diagnóstico de las estructuras periapicales^{20,21}.

Otras tecnologías, de uso habitual en medicina, se han aplicado en endodoncia. La tomografía axial es de utilidad en la evaluación del estado del periápice²² y la resonancia nuclear magnética para correlacionar las imágenes obtenidas con el estado histopatológico de la pulpa y el periápice²³. No obstante, se trata de estudios experimentales y su aplicación en la clínica diaria creemos que es muy lejana.

PREPARACIÓN DE LOS CONDUCTOS RADICULARES

En la preparación de los conductos radiculares, también llamada instrumentación quimio-mecánica, se ha producido en los últimos años multitud de cambios. La evolución del instrumental y de las técnicas está cambiando de forma cada vez más rápida y creemos que este fenómeno proseguirá durante el siglo XXI.

Uno de los hitos fundamentales se produjo cuando ROANE²⁴, en 1985, propuso eliminar el ángulo de transición, cortante, entre la punta de las limas y su segmento activo, con lo que se introdujo el movimiento rotatorio de las mismas para preparar los conductos radiculares (técnica de fuerzas equilibradas), lo que se demostró más eficaz que el clásico limado lineal.

Los instrumentos para preparar los conductos radiculares han ido experimentando numerosos cambios desde esa fecha. Modificaciones en la sección del instrumento, aparición de limas con diámetros apicales intermedios, instrumentos con un segmento cortante de escasos milímetros²⁵, limas en las que el incremento del diámetro apical entre un calibre y otro no seguía las normas ISO sino que el aumento del diámetro entre cada instrumento era del 29,2 %²⁶, instrumentos con conicidad superiores al 2 % establecido en las normativas internacionales: 4, 6, 8, 10 y 12 %.

Uno de los cambios principales se produjo al introducir nuevas aleaciones metálicas en la fabricación de los instrumentos, con la intención de mejorar sus propiedades físicas y conseguir una mejor conformación del conducto radicular. La aleación que ha proporcionado mejores resultados es la de níquel-titanio²⁷. Con ella se confecciona-

ron limas K, H y ensanchadores. Pronto se advirtió que los resultados obtenidos con ellas no eran los esperados ya que, si bien eran muy flexibles²⁸, poseían una capacidad de corte menor que las de acero inoxidable²⁹. La creación de instrumentos con diseños distintos a los clásicos y conicidades variables, accionados de modo mecánico, ha permitido la preparación de los conductos radiculares mediante técnicas de rotación horaria continua, que son las de mayor actualidad. El futuro inmediato nos deparará nuevos diseños de instrumentos y secuencias clínicas para mejorar la preparación de los conductos radiculares.

Los sistemas sónicos y ultrasónicos no han representado una mejora en la preparación de los conductos³⁰. Desde que LEVY³¹ propuso en 1992 la preparación de los conductos radiculares con un láser de Nd: YAG, distintas clases de láser se han utilizado: Excimer, de CO₂, de Argón. Sin embargo, los resultados de las investigaciones no muestran una mejora substancial en la preparación de los conductos. Probablemente, en los próximos años algún tipo de láser pueda ser de utilidad como complemento o sustituto de las limas.

La remodelación de la anatomía interna de los dientes es un medio para conseguir eliminar su contenido, pero no un fin en sí mismo. Por ello, el dispositivo presentado por Lussi y cols.³² persigue la limpieza de los conductos radiculares sin instrumentación que ocasione cambios en la morfología de los mismos, mediante la formación de burbujas de cavitación en una solución de hipoclorito sódico. Los resultados obtenidos hasta la fecha son esperanzadores, consiguiéndose una

buena limpieza de los conductos y unas paredes sin capa residual. Creemos probable el desarrollo de este dispositivo o alguno similar que obviaría la difícil instrumentación de una anatomía tan irregular.

Los dispositivos electrónicos, de dos o más frecuencias, para localizar la constricción apical han alcanzado una fiabilidad muy elevada³³. Con toda seguridad mejorarán aún su precisión, bien sean dispositivos electrónicos o por emisión de ondas.

Pocas novedades esperamos ver en los próximos años respecto a las soluciones de irri-

gación de los conductos radiculares. A pesar de haberse experimentado con diversos tipos de soluciones químicas, ninguna de ellas ha mejorado los resultados conseguidos mediante la combinación de soluciones de hipoclorito sódico y de quelantes (EDTA y ácido cítrico). Aunque con esta sistemática la limpieza y desinfección de los conductos radiculares no sea absoluta, sí es lo suficientemente efectiva como para obtener buenos resultados clínicos. En todo caso, se puede complementar con una medicación intraconducto.

MEDICACIONES LOCALES

Al mejorar la limpieza y desinfección de los conductos radiculares gracias a los nuevos instrumentos y técnicas utilizadas fue decayendo el uso de los medicamentos en el interior de aquellos. Con frecuencia, su uso es empírico y sus efectos más perjudiciales que beneficiosos.

En las biopulpectomías es aconsejable efectuar el tratamiento en una única sesión. La colocación de cualquier medicamento en el interior del conducto radicular no mejora el postoperatorio ni la reparación apical³⁴.

En los dientes con periodontitis apical, la colocación de una pasta de hidróxido de calcio en el interior de los conductos radiculares durante una semana mejora el porcentaje de reparaciones periapicales³⁵, aunque no el de reagudizaciones. En los conductos radiculares de dientes con periodontitis que ya han recibido un tratamiento endodóncico, existen especies bacterianas resistentes al hidróxido de calcio. En estos casos, los mejores resultados se consiguen mediante una medicación intraconducto en la que se mezcla hidróxido cálcico y paramonoclorofenol alcanforado³⁶.

Es curioso que, a pesar de los intentos para hallar un medicamento ideal, las pastas de hidróxido de calcio sean las de elección tanto para el tratamiento de las periodontitis como para favorecer una apicogénesis o una apicoformación. Ningún otro preparado ha mejorado su efecto en el interior del conducto radicular.

El efecto del hidróxido de calcio en el sentido de favorecer la aposición de tejidos calcificados es probablemente indirecto: inhibir el crecimiento bacteriano por liberar iones hidroxilo³⁷, hidrolizar el lípido A de los lipopolisacáridos de las bacterias Gram negativas anaerobias³⁸, inhibir la producción de las prostaglandinas que poseen un efecto destructor de los tejidos calcificados³⁹, favorecer la liberación de los factores de crecimiento⁴⁰ y la fijación de los mismos sobre los cristales formados por unión de los iones de calcio con otros iones libres⁴¹ e inhibir la adherencia al sustrato de los

macrófagos⁴².

Crece el interés por los denominados factores de crecimiento o TGF- β , entre los que se incluyen las proteínas óseas morfogenéticas (BMP-2, BPM-4 y BPM-7). Se trata de una serie de moléculas biológicamente activas, que desempeñan un papel básico en la reparación tisular favoreciendo la formación de tejidos calcificados, entre ellos la dentina reparativa⁴³. Favorecen la formación de una matriz extracelular de proteínas, base para la aposición de cristales de hidroxiapatita⁴⁴, formándose dentina reparativa mediante el uso de estos factores de crecimiento en protecciones pulpares directas⁴⁵. Es probable que el desarrollo de estos factores de crecimiento halle una aplicación clínica, tanto en los casos de apicogénesis y apicoformación como en la reparación periapical.

Un producto novedoso es el compuesto trióxido mineral (MTA), formado por silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico y otros óxidos. Fue presentado por LEE y cols.⁴⁶ en 1993 y su ventaja es que endurece en unas cuatro horas, siendo biocompatible y favoreciendo la aposición de tejidos calcificados. Por ello, está indicado en el tratamiento de las perforaciones radiculares, como material de obturación retrógrada, en las protecciones pulpares directas y en la apicoformación⁴⁷. Su mecanismo de acción aún no es bien conocido. HOLLAND y cols.⁴⁸ comprobaron la formación de cristales cálcicos insertando tubos rellenos con hidróxido de calcio o MTA en el tejido conectivo de ratas. Con el primer material, los cristales se forman por unión de los iones de calcio con el dióxido de carbono tisular. El MTA posee óxido de calcio, que puede reaccionar con los fluidos tisulares y dar lugar a hidróxido cálcico. Es probable que el mecanismo por el que el MTA favorece la aposición de tejidos calcificados sea similar al del hidróxido cálcico, con la diferencia que endurece.

Es previsible que, en los próximos años, este compuesto mejore aún más sus propiedades,

incorporando algún producto antiséptico que hagan innecesario el uso previo del hidróxido de calcio en las apicoformaciones o en las reabsor-

ciones apicales existentes en algunas periodontitis, o que pueda ser empleado como sellador.

OBTURACIÓN DE LOS CONDUCTOS RADICULARES

El objetivo de la obturación de los conductos radiculares es sellarlos de forma hermética para prevenir el paso de bacterias desde la cavidad bucal al periápice, para evitar su proliferación si han quedado algunas en el interior de los conductos e impedir el paso de fluidos desde el periápice hacia los conductos, lo que aportaría nutrientes que podrían permitir la proliferación de especies bacterianas remanentes.

Desde que SCHILDER propuso en 1967 la técnica de gutapercha caliente⁴⁹ para conseguir una mejor adaptación de la misma a la compleja anatomía interna de los dientes, múltiples técnicas se han propuesto para plastificar la gutapercha mediante calor y conseguir resultados similares de un modo más sencillo y al alcance de un mayor número de profesionales: condensación lateral en caliente, termocompactación, inyección de gutapercha, vástagos y compactadores recubiertos de gutapercha, System B, System MicroSeal. Ningún ensayo clínico ha podido demostrar una mayor reparación periapical con cualquier técnica que termoplastifica la gutapercha comparándola con la técnica de condensación lateral, aunque son útiles en muchos casos. Por otra parte, todas las técnicas precisan el recurso de un cemento que selle la interfase entre la gutapercha y las paredes del conducto.

Es probable que en el futuro inmediato mejoren las propiedades de los selladores. Cada vez se

utilizan más cementos resinosos, algunos de los cuales han demostrado un buen sellado y alta biocompatibilidad⁵⁰. El empleo de adhesivos dentinarios, antes de la introducción del cemento, podrá mejorar la calidad del sellado. Los cementos a base de silicona también presentan buenas perspectivas gracias a su excelente biocompatibilidad. Es factible pensar que preparados como el MTA, que favorecen la reparación apical, puedan ser desarrollados como cementos selladores y que el papel de los materiales de obturación no sea pasivo, sino que favorezca los procesos reparativos.

En cuanto a las técnicas, es posible que se simplifiquen cuando se consiga un material que sea biocompatible y que, al mismo tiempo, proporcione un adecuado sellado del conducto. El dispositivo presentado por Lussi y cols.³² para preparar los conductos radiculares, desbridándolos y limpiándolos sin instrumentarlos, permite obturarlos de un modo sencillo. Una vez limpios, se aplica una presión negativa para extraer la solución de irrigación. A continuación se introduce un material de obturación plástico mediante una presión positiva que oblitera el sistema de conductos radiculares. Lo que aún precisa su técnica es un material capaz de obturar el citado sistema de forma hermética, que tenga capacidad de inhibición microbiana y que favorezca los procesos reparativos tisulares.

CONCLUSIONES

Es previsible que en los albores del siglo XXI se produzca la aparición de nuevas tecnologías que faciliten el diagnóstico y la terapéutica de la patología pulpar y periapical. La accesibilidad de las mismas en la práctica diaria se producirá de forma paulatina. Teniendo en cuenta la velocidad con que se han producido los avances científicos y tecnológicos en los últimos años del siglo XX es

de prever que este ritmo se acelere, fundamentada la actividad clínica en bases cada vez más científicas.

Correspondencia:
Dr. Carlos Canalda Sahli
Mallorca, 173
08036 Barcelona

REFERENCIAS

1. SACKETT DL, RICHARDSON WS, ROSENBERG WMC, HAYNES RB. Medicina basada en la evidencia. Como ejercer y enseñar la MBE. Madrid: Churchill Livingstone, 1997.
2. PUCCI FM, REIG R. Conductos radiculares. Buenos Aires: Médico Quirúrgica, 1944.
3. KUTTLER Y. Microscopic investigation of root apices. J Am Dent Assoc 1955; 50: 544.
4. VERTUCCI FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg 1984; 58: 589-99.
5. KAKEHASHI S, STANLEY HR, FITZGERALD RJ. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. Oral Surg 1965; 20: 340-4.
6. FABRICIUS L, DAHLÉN G, OMAN AE, MÖLLER AJR. Predominant indigenous oral bacteria isolated from infected root canals after varied times of closure. Scand J Dent Res 1982; 90: 134-44.
7. SUNDQVIST G, JOHANSON E, SJÖGREN U. Prevalence of black-pigmented bacteroides species in root canal infections. J Endod 1989; 15: 13-9.

8. BRAUNER AW, CONRAD G. Studies into the microbiol spectrum of apical periodontitis. *Int Endod J* 1995; 28: 244-8.
9. YAMASAKI M, NAKANE A, KUMARAWA M, HASHIOKA K, HORIBA N, NAKAMURA H. Endotoxin and Gram negative bacteria in the rat periapical lesions. *J Endod* 1992; 18: 501-4.
10. GOMES BPFA, LILLEY J, DRUCKER DB. Associations of endodontic symptoms and signs with particular combinations of specific bacteria. *Int Endod J* 1996; 29: 69-75.
11. SEGURA EGEA JJ, JIMÉNEZ PALNAS A, LLAMAS CADAVAL R. Participación de las prostaglandinas y leucotrienos en los procesos inflamatorios y reparativos periapicales. Implicaciones endodónticas. *Arch Odonto-Estomatol* 1996; 12: 258-65.
12. TRONSTAD L. Clinical endodontics. Nueva York: Thieme Medical Publs, 1991, pág. 63-5.
13. LANGELAND K. Management of the inflamed pulp associated with deep carious lesion. *J Endod* 1981; 7: 169-81.
14. NAIR PNR. Neural elements in dental pulp and dentin. *Oral Surg* 1995; 80: 710-9.
15. GAZELIUS B, OLGART L, EDWALL B, EDWALL L. Non-invasive recording of blood flow in human dental pulp. *Endod Dent Traumatol* 1986; 2: 219-21.
16. DÍAZ-ARNOLD AM, WILCOX LR, ARNOLD MA. Optical detection of pulpal blood. *J Endod* 1994; 20: 164-8.
17. SCHNETTER JM, WALLACE JA. Pulse oximetry as a diagnostic tool of pulp vitality. *J Endod* 1991; 17: 488-90.
18. BAUMGARDNER KR, OSBORNE JW, WALTON RE, BORN JL. Characterization of induced pulpal hypoxia using 3H-misonidazole. *J Endod* 1994; 20: 585-8.
19. POGREL MA, YEN CK, TAYLOR R. Studies in tooth crown temperature gradients with the use of infrared thermography. *Oral Surg* 1989; 67: 583-7.
20. NAIR MK, LUDLOW JB, TYNDALL DA, PALNTIN E, DENTON G. Periodontitis detection efficacy of film and digital images. *Oral Surg* 1998; 85: 608-12.
21. HOLTZMANN DJ, JOHNSON WT, SOUTHARD TE, KRADEMI JA, CHANG PJ, RIVER EM. Storage-phosphor computed radiography versus film radiography in the detection of pathologic periradicular bone loss in cadavers. *Oral Surg* 1998; 86: 90-7.
22. COTTI R, VARGIU P, DETTORI C, MALLARINI G. Computerized tomography in the management and follow-up of extensive periapical lesion. *Endod Dent Traumatol* 1999; 15: 186-9.
23. LOCKHART PB, KIM S, LIND NL. Magnetic resonance of human teeth. *J Endod* 1992; 18: 237-44.
24. ROANE JB, SABALA CL, DUNCANSON JrM. The «Balanced Force» concept for instrumentation of curved canals. *J Endod* 1985; 11: 203-11.
25. WILDEY WL, SENIA ES. A new root canal instrument and instrumentation technique. A preliminary report. *Oral Surg* 1989; 67: 198-207.
26. SCHILDER H. A new concept in instrument design. En: Cohen S, Burns RC. Pathways of the pulp. 6th. San Luis: Mosby, 1994; pág. 386.
27. WALIA H, BRANTLEY WA, GERSTEIN H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod* 1988; 14: 356-61.
28. CANALDA SAHLI C, BRAU AGUADÉ E, BERÁSTEGUI JIMENO E. A comparison of bending and torsional properties of K-files manufactures with different metallic alloys. *Int Endod J* 1996; 29: 185-9.
29. BRAU AGUADÉ E, CANALDA SAHLI C, BERÁSTEGUI JIMENO E. Cutting efficiency of K-files manufactured with different metallic alloys. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12: 286-8.
30. REYNOLDS MA, MADISON S, WALTON RE. An in vitro histological comparison of the step-back, sonic, and ultrasonic instrumentation techniques in small curved root canals. *J Endod* 1987; 13: 307-14.
31. LEVY GC. Cleaning and shaping the root canal with a Nd: YAG laser beam. A Comparative study. *J Endod* 1992; 18: 123-7.
32. LUSSI A, NUSSBACHER V, GROSREY J. A novel non-instrumented technique for cleansing the root canal system. *J Endod* 1993; 19: 549-53.
33. DE MOOR RJG, HOMMEZ GMG, MARTENS LC, DE BOEVER JC. Accuracy of four electronic apex locators: An in vitro evaluation. *Endod Dent Traumatol* 1999; 15: 77-82.
34. NEGM MM. Effect of intracanal use of nonsteroidal anti-inflammatory agents on posttreatment endodontic pain. *Oral Surg* 1994; 77: 507-13.
35. TROPE M, DELANO O, ORSTAVIK D. Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: Single vs. Multivisit treatment. *J Endod* 1999; 25: 345-50.
36. SIQUEIRA JR JF, DE UZEDA M. Influence of different vehicles on the antibacterial effects of calcium hydroxide. *J Endod* 1998; 24: 663-5.
37. COX CF, BERGENHOLTZ G. Healing sequence in capped inflamed pulps of Rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Int Endod J* 1986; 19: 113-20.
38. SAFARI KE, NICHOLS FC. Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide. *J Endod* 1993; 19: 76-80.
39. SAFARI KE, NICHOLS FC. Alteration of biological properties of bacterial lipopolysaccharide by calcium hydroxide treatment. *J Endo* 1994; 20: 127-31.
40. LESOT H, BEGUE-KIRN, KUBLER MD, MEYER JM, SMITH AJ, CASSIDY N, RUCH JV. Experimental induction of odontoblast differentiation and stimulation during reparative processes. *Cell Mater* 1993; 3: 201-17.
41. TZIAFAS D, ECONOMIDES N. Formation of crystals on the surface of calcium hydroxide-containing materials in vitro. *J Endod* 1999; 25: 539-42.
42. SEGURA JJ, JIMÉNEZ-RUBIO A, GUERRERO JM, CALVO JR. Calcium hydroxide inhibits substrate adherence capacity of macrophages. *J Endod* 1997; 23: 444-7.
43. SEGURA EGEA JJ, JIMÉNEZ-RUBIO A. Bases moleculares y celulares de la dentinogénesis terciaria reactiva y reparativa. *Arch Odonto-Estomatol* 1999; 15: 381-90.
44. D'SOUZA RN, CAVENDER A, DICKINSON D, ROBERTS A, LETTERID J. TGB- β is essential for the homeostasis of the dentin-pulp complex. *Eur J Oral Sci* 1998; (suppl 1): 185-91.
45. TZIAFAS D, PAPADIMITRIOU S. Role of exogenous TGB-B in induction of reparative dentinogenesis in vitro. *Eur J Oral Sci* 1998; (suppl 1): 192-6.
46. LEE SJ, MONSEF M, TORABINEJAD M. The sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* 1993; 19: 541-4.
47. TORABINEJAD M, CHIVIAN N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 1999; 25: 197-205.
48. HOLLAND R, DE SOUZA V, NERY MJ, OTOBONI FILHO JA, BERNABÉ PFE, DEZAN JR E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. *J Endod* 1999; 25: 161-6.
49. SCHILDER H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am* 1967; 11: 723-44.
50. LEONARDO MR, SILVA LAB, ALMEIDA WA, UTRILLA LS. Tissue response to an epoxy resin-based root canal sealer. *Endod Dent Traumatol* 1999; 15: 28-32.