

E. Queral Godoy¹
J. Gargallo Albiol²
L. Berini Aytés³
C. Gay Escoda⁴

Novedades en cirugía periapical

- 1 Odontóloga. Residente del Máster de Cirugía Bucal e Implantología Bucofacial. Servicio de Cirugía Bucal, Implantología Bucofacial y Cirugía Maxilofacial del Centro Médico Teknon. Barcelona.
- 2 Doctor en Odontología. Máster de Cirugía e Implantología Bucal. Profesor del Máster de Cirugía Bucal e Implantología Bucofacial. Facultad de Odontología Universidad de Barcelona.
- 3 Profesor titular de Patología Quirúrgica Bucal y Maxilofacial. Profesor del Máster de Cirugía Bucal e Implantología Bucofacial. **Correspondencia:** Dr. Cosme Gay Escoda Centro Médico Teknon C/ Vilana nº 12 08022 Barcelona E-mail: cgay@ub.edu
- 4 Catedrático de Patología Quirúrgica Bucal y Maxilofacial. Director del Máster de Cirugía Bucal e Implantología Bucofacial.

RESUMEN

La cirugía periapical trata la patología de origen dentario que no se resuelve con el tratamiento de conductos por vía ortógrada. El objetivo de este trabajo es revisar y actualizar el estado de las investigaciones en relación a la cirugía periapical. La introducción de avances tecnológicos como el microscopio, las lupas de aumento, las radiaciones láser, los ultrasonidos y los nuevos materiales de obturación retrógrada suponen unas mejoras técnicas que aumentan la excelencia de nuestros tratamientos y mejoran el pronóstico de la cirugía periapical. El uso de materiales de regeneración ósea aceleran y mejoran el proceso de curación natural de la herida quirúrgica.

PALABRAS CLAVE

Cirugía periapical; Apicectomía; Obturación retrógrada; Láser; Regeneración ósea.

ABSTRACT

Periapical surgery is the technique which treats dental pathology that does not cure with conservative endodontic treatment. The aim of this paper is to revise and update the state of research regarding periapical surgery. The development of new technologies like the microscope, the magnifying glasses, the laser radiations, the ultrasounds and of the new root-end filling materials allows an impairment of the surgical therapy which increases the quality of our treatment and also allows a better prognosis of the periapical surgery. The use of bone regeneration materials will help to accelerate and improve the natural healing of the surgical wound.

KEY WORDS

Periapical surgery; Apicectomy; Root-end filling; Laser; Bone regeneration.

INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos introducidos en los últimos años han supuesto una mejora ostensible en las técnicas quirúrgicas utilizadas en los diferentes ámbitos de las Ciencias de la Salud. La aplicación de estos avances y la utilización de materiales que tienden a ser lo más biocompatibles posible hacen que los resultados de nuestros tratamientos sean mejores.

Se deben agotar siempre las posibilidades del tratamiento conservador antes de proceder a la cirugía periapical, ya que el tratamiento quirúrgico produce un mayor discomfort en el paciente, el coste económico es mayor y el absentismo laboral aumenta debido al dolor y a la inflamación postoperatorios⁽¹⁾.

La cirugía periapical es la técnica que trata la patología de origen dentario que no se resuelve con el tratamiento de conductos por vía ortógrada. Consta de tres partes bien diferenciadas: el legrado de la lesión apical, la apicectomía y la obturación retrógrada.

La proliferación de los tratamientos con implantes dentales hace que también se encuentren descritos casos de cirugía apical en los mismos⁽²⁾.

La cirugía periapical se realiza en un campo de trabajo de dimensiones muy reducidas. Con la utilización de lentes de aumento se facilita la visión, pero con la aparición del microscopio quirúrgico se puede visualizar perfectamente la raíz y otras estructuras anatómicas importantes^(3,4) (Fig. 1).

El instrumental adaptado a este tipo de cirugía también ha experimentado un avance importante debido a la reducción de su tamaño (microespejos, puntas de ultrasonidos, transportadores de material de obturación retrógrada, etc.), permitiendo así su uso con mayor facilidad en las zonas de más difícil acceso⁽³⁾.

Siguiendo un protocolo basado en el respeto a los principios biológicos en el manejo de los tejidos e incorporando nuevas técnicas, han sido descritos resultados positivos de la cirugía periapical que alcanzan el 91% de los casos⁽⁵⁾.

Los estudios de seguimiento de los pacientes sometidos a cirugía periapical han aportado tasas de éxito de esta técnica que oscilan entre el 91 y el 88% con



Figura 1. Utilización del microscopio óptico para cirugía periapical.

seguimientos de un año^(6,7), aunque algunos estudios demuestran que los controles postoperatorios que se efectúan a los pacientes son muy variables y no se pueden comparar en numerosas ocasiones los porcentajes de éxito de los tratamientos debido a que los períodos de control son demasiado cortos⁽⁸⁾.

El objetivo de este trabajo es revisar y actualizar el estado de las investigaciones en relación a la cirugía periapical.

A continuación se recogerán los avances en la cirugía periapical en relación a la técnica quirúrgica, los materiales de obturación retrógrada y la regeneración tisular.

TÉCNICA QUIRÚRGICA

Aislamiento del campo operatorio

El control de la hemostasia está directamente relacionado con la calidad de la obturación retrógrada que se podrá realizar y, por consiguiente, tiene relación directa con el pronóstico del tratamiento⁽⁹⁾.

El primer paso antes de comenzar la intervención quirúrgica será efectuar una técnica anestésica adecuada, utilizando un anestésico que lleve incorporado un vasoconstrictor, siempre y cuando el estado

104 general del paciente lo permita. La utilización del vasoconstrictor nos facilitará el control de la hemostasia, circunstancia que nos permitirá tener un campo operatorio lo más exangüe posible.

Pueden emplearse materiales hemostásicos antes de colocar la obturación retrógrada para mejorar el grado de aislamiento, como el colágeno y las fibras de alginato cálcico, que dan excelentes resultados. Es importante recordar que cuando este tipo de material es retirado de la cavidad ósea, se debe hacer un legrado de la misma para obtener el sangrado de las paredes óseas y favorecer la formación de un buen coágulo⁽⁹⁾.

Láser en cirugía periapical

Se han aplicado distintos tipos de láseres en cirugía periapical como el de CO₂, Erbium:YAG, Argon, Neodimio:YAG y Erbium, Cromium: YSGG.

El láser de CO₂ se ha aplicado sobre la superficie apical y en el hueso periapical antes de reposicionar el colgajo mucoperiostico para obtener un efecto desinfectante, pero en estudios *in vivo* e *in vitro* no se ha observado ninguna mejora respecto a los dientes que no han sido tratados con este tipo de láser⁽¹⁰⁻¹³⁾.

El láser de Er:YAG se ha usado para efectuar la ostectomía y la apicectomía^(10, 14, 15). Respecto a la ostectomía, no se han encontrado diferencias significativas comparándolo con la técnica convencional con pieza de mano y fresa redonda de carburo de tungsteno a baja velocidad⁽¹⁴⁾.

En la resección radicular, el láser de Er:YAG da excelentes resultados debido a que las superficies radiculares quedan lisas y limpias. Se obtiene además una mejor curación y disminuyen las molestias postoperatorias, a pesar de que requiere mayor tiempo de tratamiento que las técnicas convencionales⁽¹⁰⁾.

Al utilizar el láser de Er:YAG en la apicectomía, los túbulos dentinarios quedan abiertos, lo cual podría aumentar la capacidad de adhesión de algún tipo de material de obturación retrógrada, lo que se traduciría en una disminución de la filtración apical y por tanto en un mejor sellado apical⁽¹⁴⁾.

Con el uso del láser de Argón se ha demostrado una disminución del barrillo dentinario y de los residuos, pero no una menor filtración apical⁽¹⁶⁾.

Se han hecho diversos estudios con el láser de Nd:YAG para valorar una posible mejora del sellado radicular en la cirugía periapical. La aplicación de este tipo de láser sobre la superficie radicular apical produce la fusión y la recristalización de la superficie de la dentina, dando como resultado un aspecto de lava y provocando el sellado de los canalículos dentinarios⁽¹⁷⁻²¹⁾.

El láser de Er,Cr:YSGG se ha estudiado en el tratamiento de conductos, dando buenos resultados, ya que supone una mejora tanto del dolor postoperatorio como de la desinfección de la zona operatoria debido a su acción bactericida⁽²²⁾.

Ultrasonidos en cirugía periapical

La introducción de los ultrasonidos para efectuar la cavidad de obturación retrógrada presenta una serie de ventajas respecto al método convencional rotatorio con contraángulo y microcabezal, como son el hacer una preparación más profunda, un mayor paralelismo con el conducto radicular, menor riesgo de perforación radicular, menor cantidad de barrillo dentinario y tener un mejor acceso al ápice dentario con una mínima ostectomía o resección ósea⁽²³⁻²⁶⁾, se dejan menos túbulos dentinarios expuestos y se aumenta la capacidad de sellado⁽²⁷⁾, además de facilitar su aplicación en áreas de difícil acceso⁽²³⁻²⁶⁾.

La producción de microfracturas y la aparición de grietas se ha descrito por algunos autores como el principal inconveniente del uso de los ultrasonidos⁽²⁸⁾, aunque otros consideran que esto sólo sucede cuando se aplican de forma incorrecta o cuando se emplean altas potencias^(26,29,30).

Microcirugía

La cirugía periapical se efectúa en un espacio reducido y, en ocasiones, de difícil acceso, por lo que la introducción de materiales quirúrgicos adaptados a

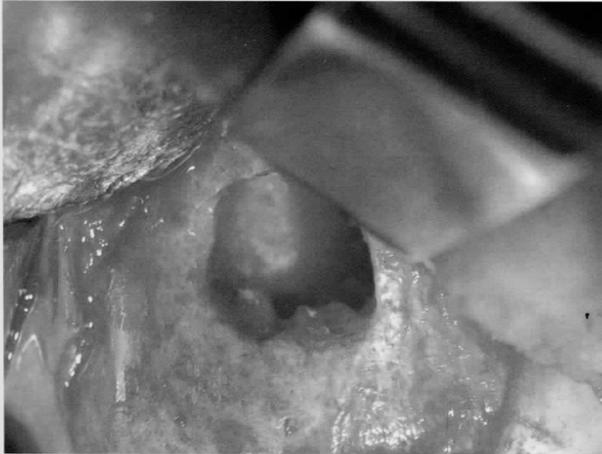


Figura 2. Cirugía periapical. Relleno de la cavidad de obturación retrógrada con MTA.

este tipo de cirugía ha supuesto una mejora en la técnica quirúrgica. Los microespejos permiten una visión correcta de la zona operatoria, las puntas de ultrasonidos no requieren una ostectomía tan amplia debido a su menor tamaño y el microinstrumental de obturación retrógrada (transportadores de amalgama, atacadores, etc.) hacen posible trabajar en este espacio de reducido tamaño⁽³⁾.

MATERIALES DE OBTURACIÓN RETRÓGRADA

La obturación retrógrada clásica es la que se hace con amalgama de plata non γ 2 sin zinc, pero en los últimos años se han ido introduciendo nuevos materiales, por lo que encontramos numerosos trabajos que comparan sus características *in vivo* e *in vitro*. El objetivo de estos estudios es encontrar un material de obturación que se comporte igual o mejor que la amalgama de plata y que no presente sus inconvenientes.

Las conclusiones de los estudios más recientes son que el material que tiene una mayor capacidad de sellado marginal es el MTA⁽³¹⁻³³⁾, que supera al IRM, la amalgama de plata y el cemento super EBA en evitar la filtración⁽³²⁾. El MTA presenta como inconvenien-

tes principales su difícil manejo clínico y su elevado coste económico. En los casos en que la obturación retrógrada se hace con MTA, se da un elevado porcentaje de éxitos de la cirugía⁽³²⁾ (Fig. 2).

También se han obtenido buenos resultados *in vitro* con el cemento super EBA^(31,34), con los ionómeros de vidrio⁽³²⁾ y con la aplicación del barniz de copal como material complementario⁽³⁵⁾.

Los compómeros han obtenido buenos resultados *in vitro*^(36, 37), aunque algunos estudios muestran una capacidad de sellado inferior a la de la amalgama de plata⁽³⁸⁾.

En estudios realizados en animales los compómeros muestran peor biocompatibilidad que la amalgama de plata⁽³⁹⁾.

El cemento super EBA puede mejorar sus resultados si se hace el pulido con una fresa al finalizar la obturación⁽⁴⁰⁾.

Respecto a la biocompatibilidad, se han obtenido buenos resultados en los estudios *in vitro* con los adhesivos dentinarios⁽⁴¹⁾ y el MTA⁽⁴²⁻⁴⁴⁾. También se han obtenido buenos resultados con el composite, la amalgama de plata y el IRM⁽⁴³⁾.

En los estudios *in vivo* en animales, el compómero ha obtenido buenos resultados en estudios efectuados en ratones⁽⁴⁵⁾. En humanos, se ha comprobado el buen funcionamiento del ionómero de vidrio, sin obtener diferencias significativas respecto el uso de la amalgama de plata⁽⁴⁶⁾.

REGENERACIÓN TISULAR

Los avances en la regeneración ósea guiada tienen una repercusión directa en las intervenciones quirúrgicas de cirugía periapical.

Tras finalizar la cirugía, se puede rellenar el defecto óseo con un material de relleno que mejore o potencie la curación. Se han hecho estudios para comprobar si la utilización de materiales de regeneración ósea como las membranas, diferentes tipos de injertos de hueso o plasma rico en factores de crecimiento mejoraban el grado de curación ósea.

106 El colágeno heterólogo tipo I conduce a una regeneración de los defectos óseos más rápida, ya que es un material biocompatible que estimula la formación ósea⁽⁴⁷⁾.

En estudios efectuados en humanos, el uso de membranas acelera la curación de las lesiones y se observa que la calidad del hueso regenerado es superior⁽⁴⁸⁾. Las técnicas de regeneración tisular guiada pueden ser utilizadas de forma efectiva en la curación del defecto óseo tras cirugía periapical, aunque hay estudios en los que se ha comparado el uso de membranas en la curación de las lesiones y no se han encontrado ventajas respecto a los grupos que no las utilizaron⁽⁴⁹⁾.

El uso de materiales como el Emdogain® ha dado buenos resultados en dientes reimplantados, ya que previene o retrasa la aparición de la anquilosis, pero no se ha estudiado su aplicación en cirugía periapical⁽⁵⁰⁾.

El plasma rico en plaquetas (PRP) mejora y acelera los mecanismos de curación natural de la herida⁽⁵¹⁾; se han llevado a cabo estudios de los factores de crecimiento derivados de las plaquetas aplicados a la cirugía periapical en animales con los que se han obtenido buenos resultados⁽⁵²⁾.

El Diaket y el MTA son materiales que ayudan a la regeneración del periodonto radicular cuando son utilizados como material de obturación retrógrada⁽⁵³⁾.

En estudios en animales, el uso de sulfato cálcico fue efectivo en la regeneración de hueso en defectos óseos grandes y los que afectan a las dos corticales, pero no pareció beneficioso cuando se utiliza en defectos monocorticales⁽⁵⁴⁾.

Finalmente, destacar que la técnica de la «osteotomía en ventana» favorece la regeneración ósea, ya que actúa como material óseo autólogo⁽⁵⁵⁾.

CONCLUSIONES

1. Los avances técnicos como el microscopio operatorio, las lupas de aumento, los microespejos y las puntas de ultrasonidos permiten efectuar la cirugía periapical con un alto nivel de excelencia en el trabajo y unos resultados brillantes, alcanzándose unos niveles de curación que oscilan alrededor del 91%.
2. El aislamiento del campo operatorio nos facilitará el legrado de la lesión apical y permitirá realizar una obturación retrógrada de mayor calidad.
3. Los tipos de láseres que han demostrado ventajas en la aplicación en cirugía periapical son el de Er:YAG y el de Ne:YAG.
4. El uso de ultrasonidos para confeccionar la cavidad retrógrada permite obtener una preparación más conservadora y profunda que con el método convencional con los microcabezales.
5. Los estudios para obtener un material de obturación retrógrada alternativo a la amalgama de plata concluyen que los materiales que presentan mejores resultados son el MTA, los compómeros, los ionómeros de vidrio y el cemento super EBA.
6. El empleo de materiales de regeneración ósea supone un avance importante de cara al pronóstico de la cirugía periapical, pero todavía son necesarios más estudios para poder objetivar mejor sus efectos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kvist T, Reit C. Postoperative discomfort associated with surgical and nonsurgical endodontic retreatment. *Endod Dent Traumatol* 2000;**16**:71-4.
2. Mahli G, Brook IM. Apicectomy of an implant? *Br Dent J* 2001;**191**:172.
3. Forbes G. Apical microsurgery for failed endodontics. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2000;**8**:1-25.
4. Pecora G, Andreana S. Use of dental operating microscope in endodontic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1993;**75**:751-8.
5. Zuolo ML, Ferreira MO, Gutmann JL. Prognosis in periradicular surgery: a clinical prospective study. *Int Endod J* 2000;**33**: 91-8.
6. Rubinstein RA, Kim S. Long-term follow-up cases considered healed one year after apical microsurgery. *J Endod* 2002;**28**:378-83.

7. von Arx T, Gerber C, Hardt N. Periradicular surgery of molars: a prospective study with a one-year follow-up. *Int Endod J* 2001; **34**:520-5.
8. Oliver RJ, Mavrakis K, Macfarlane T. Routine follow-up after periradicular operations: current practice in UK hospitals. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2002; **40**:52-4.
9. Sauveur G, Roth F, Sobel M, Boucher Y. The control of haemorrhage at the operative site during periradicular surgery. *Int Endod J* 1999; **32**:225-8.
10. Kimura Y, Wilder-Smith P, Matsumoto K. Lasers in endodontics: a review. *Int Endod J* 2000; **33**:173-85.
11. Friedman S, Rotstein I, Bab I. Tissue response following CO₂ laser application in apical surgery: light microscopic assessment in dogs. *Lasers Surg Med* 1992; **12**:104-11.
12. Friedman S, Rotstein I, Mahamid A. *In vivo* efficacy of various retrofills and of CO₂ laser in apical surgery. *Endod Dent Traumatol* 1991; **7**:19-25.
13. Friedman S, Rotstein I, Koren L, Trope M. Dye leakage in retro-filled dog teeth and its correlation with radiographic healing. *J Endod* 1991; **17**:392-5.
14. Gouw-Soares S, Tanji E, Haypek P, Cardoso W, Eduardo CP. The use of Er:YAG, Nd:YAG and Ga-Al-As lasers in periapical surgery: 3-year clinical study. *J Clin Laser Med Surg* 2001; **19**:193-8.
15. Komori T, Yokoyama K, Takato T, Matsumoto K. Clinical application of the Erbium:YAG laser for apicoectomy. *J Endod* 1997; **23**:748-50.
16. Yamazaki R, Goya C, Tomita Y, Kimura Y, Matsumoto K. Study on apical leakage of the teeth after Argon laser treatment and obturation. *J Clin Laser Med Surg* 1999; **17**:121-5.
17. Levy G. Cleaning and shaping the root canal with a Nd:YAG laser beam: a comparative study. *J Endod* 1992; **18**:123-7.
18. Maillet W, Tomek C, Friedman S. Connective tissue response to root surfaces resected with Nd:YAG laser or burs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Endod* 1996; **82**:681-90.
19. Stabholz A, Khayat A, Ravanshad S, McCarthy W, Neev J, Torabinejad M. Effect of Nd:YAG laser on apical seal of teeth after apicoectomy and retrofill. *J Endod* 1992; **18**:371-5.
20. Stabholz A, Khayat A, Weeks D, Neev J, Torabinejad M. Scanning electron microscopic study of the apical dentine surfaces lased with Nd:YAG laser following apicoectomy and retrofill. *Int Endod J* 1992; **25**:188-91.
21. Wong W, Rosenberg P, Boylan R, Schulman A. A comparison of the apical seals achieved using retrograde amalgam fillings and the Nd:YAG laser. *J Endod* 1994; **29**:595-7.
22. Chen WH. Laser root canal therapy. *Dent Today* 2002; **21**:74-7.
23. Wuchenich G, Meadows D, Torabinejad M. A comparison between two root preparation techniques in human cadavers. *J Endod* 1994; **60**:43-5.
24. Gay Escoda C, Méndez Blanco V, Sánchez Garcés MA, Berini Aytés L. Aplicación de los ultrasonidos en cirugía periapical. *Rev Eur Odontostomatol* 1996; **8**:207-14.
25. von Arx T, Walker WA. Microsurgical instruments for root-end cavity preparation following apicoectomy: a literature review. *Endod Dent Traumatol* 2000; **16**:47-62.
26. Méndez-Blanco VM, Barrionuevo-Clusellas J, Sánchez-Garcés MA, Gay-Escoda C. Etude au microscope électronique à balayage des cavités a retro réalisées aux ultrasons. *Revue Française d'Endodontie* 2000; **5**:15-23.
27. Peñarocha M, Diago JV, Sanchis JM, Gay Escoda C, Aguirre JM. Comparación de la técnica convencional y los ultrasonidos para la realización de la caja de obturación retrógrada en cirugía periapical. Estudio de 61 casos. *Arch Odontostomatol* 2000; **16**:364-70.
28. Layton CA, Marshall JG, Morgan LA, Baumgarther JC. Evaluation of cracks associated with us root-end preparation. *J Endod* 1996; **22**:157-60.
29. Abedi HR, Van Mierlo BL, Wilder-Smith P, Torabinejad M. Effects of ultrasonic root-end cavity preparation on the root apex. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; **80**:207-13.
30. del Rey M, Sánchez MA, Berini L, Gay Escoda C. Estudio *in vitro* de las fisuras apicales producidas por la utilización de las puntas ultrasónicas en cirugía periapical. *Endodencia* 2002; **20**:181-8.
31. Aqrabawi J. Sealing ability of amalgam, super EBA cement, and MTA when used as retrograde filling materials. *Br Dent J* 2000; **188**:266-8.
32. Wu MK, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Long-term seal provided by some root-end filling materials. *J Endod* 1998; **24**:557-60.
33. Yatsushiro JD, Baumgartner JC, Tinkle JS. Longitudinal study of the microleakage two root end filling materials using a fluid conductive system. *J Endod* 1998; **24**:716-9.
34. Fogel HM, Peikoff MD. Microleakage of root-end filling materials. *J Endod* 2001; **27**:456-8.
35. Subay KR, Subay A. *In vitro* sealing ability of dentin bonding agents and cavity varnish with amalgam as retrofills. *J Endod* 1999; **25**:157-60.
36. Bohsali K, Pertot WJ, Hosseini B, Camps J. Sealing ability of super EBA and Dyract as root-end fillings: a study *in vitro*. *Int Endod J* 1998; **31**:338-41.
37. Greer BD, West LA, Liewehr FR, Pashley DH. Sealing ability of Dyract, Geristore, IRM, and supr-EBA as root-end filling materials. *J Endod* 2001; **27**:441-3.
38. Pons S, Gargallo J, Berini L, Gay Escoda C. Estudio *in vitro* de la filtración marginal del compómero y de la amalgama de plata utilizados como materiales de obturación retrógrada. *Arch Odontostomatol* 2000; **16**:51-9.
39. Gargallo J. *Estudi comparatiu de l'amalgama de plata i el compòmer usats com a material d'obturbació retrògrada en cirurgia periapical*. Tesis doctoral. Barcelona: Universitat de Barcelona; 2003.
40. Holt GM, Dumsha TC. Leakage of amalgam, composite, and Super EBA, compared with a new retrofill material: bone cement. *J Endod* 2000; **26**:29-31.
41. Rakich DR, Wataha JC, Lefebvre CA, Weller RN. Effects of dentin bonding agents of macrophage mitochondrial activity. *J Endod* 1998; **24**:528-33.
42. Keiser K, Johnson C, Tipton DA. Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. *J Endod* 2000; **26**:288-90.

43. Zhu Q, Haglund R, Safavi KE, Spangberg LSW. Adhesion of human osteoblasts on root-end filling materials. *J Endod* 2000; **26**:404-7.
44. Economides N, Pantelidon O, Kokkas A, Tziafas D. Short-term periradicular tissue response to mineral trioxide aggregate (MTA) as root end fillings material. *Int Endod J* 2003; **36**:44-8.
45. Maeda H, Hashiguchi I, Nakamuta H, Toriya Y, Wada N, Akamine A. Histological study of periapical tissue healing in the rat molar after retrofilling with various materials. *J Endod* 1999; **25**:38-42.
46. Jesslén P, Zetterqvist L, Heimdal A. Long term results of amalgam versus glass ionomer cement as apical sealant after apicectomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; **79**:101-3.
47. Güngörmüş M, Kaya Ö. Evaluation of the effect of heterologous type I collagen on healing of bone defects. *J Oral Maxillofac Surg* 2002; **60**:541-5.
48. Pecora G, Sim R, Celletti R, Davarpanah M. The guided tissue regeneration principle in endodontic surgery: one-year postoperative results of large periapical lesions. *Int End J* 1995; **28**:41-6.
49. Maguire H, Torabinejad M, McKendry D, McMillan P, Simon J. Effects of resorbable membrane placement and human osteogenic protein-1 on hard tissue healing after periradicular surgery in cats. *J Endod* 1998; **24**:720-5.
50. Filippi A, Pohl Y, von Arx T. Treatment of replacement resorption with Emdogain® preliminary results after 10 months. *Dent Traumatol* 2001; **17**:134-8.
51. Carlson N E, Roach R B. Platelet-rich plasma. Clinical applications in dentistry. *J Am Dent Assoc* 2002; **133**:383-6.
52. Regan JD, Gutmann JL, Iacopino AM, Diekwisch T. Response of periradicular tissues to grow factors introduced into the surgical site in the root-end filling material. *Int Endod J* 1999; **32**:171-82.
53. Regan JD, Gutmann JL, Witherspoon DE. Comparison of Diaket and MTA when used a root end filling materials to support regeneration of the periradicular tissues. *Int Endod J* 2002; **35**:840-7.
54. Murashima Y, Yoshikawa G, Wadachi R, Sawada N, Suda H. Calcium sulphate as a bone substitute for various osseus defects in conjunction with apicectomy. *Int Endod J* 2002; **35**:768-74.
55. Peñarrocha Diago M, Sanchis Bielsa JM, Diago Vilalta JV, Gay Escoda C. Técnica de osteotomía «en ventana» en la cirugía periapical de molares inferiores. *Arch Odontoestomatol* 2000; **16**:221-5.