



Original

Apicectomía quirúrgica: propuesta de un protocolo basado en la evidencia

Víctor Gómez-Carrillo*, Jorge Giner Díaz, Lourdes Maniegas Lozano, Juan José Gaité Ballesta, Alfredo Castro Bustamante, José Alfonso Ruiz Cruz y Néstor Montesdeoca García

Departamento de Cirugía Oral y Maxilofacial, Clínica Universidad de Navarra, Pamplona, Navarra, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 23 de noviembre de 2010

Aceptado el 15 de marzo de 2011

Palabras clave:

Apicectomía; Protocolo; Evidencia; Éxito; Revisión; Cirugía; Cirugía periapical; Obturación retrógrada; Endodoncia; Material restaurador intermedio (IRM); Agregado de trióxido mineral (MTA); SuperEBA; Amalgama; Gutapercha; Biocompatibilidad; Microscopio; Cavidad periapical

Keywords:

Apicoectomy; Protocol; Evidence; Success; Review; Surgery; Periapical surgery; Retrograde obturation; Endodontia; IRM cement; Mineral trioxide aggregate (MTA); SuperEBA cement; Amalgam; Gutta-percha; Biocompatibility; Microscope; Root end cavity

R E S U M E N

Diversos refinamientos de la técnica quirúrgica de apicectomía han propiciado que su tasa de éxito haya aumentado de modo considerable. Se revisa la bibliografía científica para determinar cuáles de estos procedimientos son superiores. Se realiza un protocolo que aúna racionalmente esas técnicas, con lo que así se optimiza el resultado final de la intervención.

© 2011 SECOM. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Surgical apicoectomy: proposed evidence-based protocol

A B S T R A C T

Diverse refinements of the apicoectomy surgical technique have considerably increased the success rate of the procedure. The scientific literature was reviewed to identify the most relevant procedures for the final outcome of surgery. A protocol was prepared to facilitate the rational selection of technique, thus optimizing the surgical outcome.

© 2011 SECOM. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: vgomez@unav.es (V. Gómez Carrillo).

Introducción

El sellado quirúrgico del ápice dentario comenzó a preconizarse de modo muy temprano, en el año 1771, como complemento a la cauterización pulpar en el contexto de tratamiento endodóntico. El británico John Hunter, en su libro *Treatise on the natural history of the teeth*¹, fue el primero en describir el tratamiento retrógrado sobre la pulpa dental y dejó reseñadas las dificultades técnicas que había encontrado a nivel de piezas antrales y ápices cercanos al canal dentario.

Hacia la última década del siglo XIX, muchos otros autores comenzaron a publicar resultados, anticipar posibles indicaciones y relatar complicaciones acontecidas en la cirugía periapical. Farrar² expuso la amputación apical y legrado como tratamiento al absceso alveolar. Rhein³ y Schamberg⁴ aplicaron la técnica en diferentes contextos clínicos, describieron la apicectomía en piezas dentarias no monorradiculares y se mostraron de acuerdo con el riesgo potencial que entrañaba lesionar el nervio dentario inferior en la apicectomía de piezas de la arcada inferior y el peligro de perforar la mucosa del seno maxilar en el caso de ápices emplazados en la arcada superior.

No obstante, la auténtica popularización de la amputación apical llegó a mediados del siglo XX. A partir de la década de 1950, numerosos cirujanos orales presentaron series de casos clínicos en las que analizaban los hallazgos anatomopatológicos y microbiológicos encontrados en las lesiones radiolúcidas periapicales tras apicectomía. Por aquel entonces, el diagnóstico por imagen comenzaba a difundirse en las consultas y se estaba observando un gran porcentaje de refractariedad clínica y radiológica a la pulpectomía tradicional realizada con tóxicos como el arsénico⁵. Comenzaba a plantearse la necesidad no sólo de inducir la necrosis de la pulpa, sino también de obturar el conducto dentario para evitar la filtración, e incluso realizar dicha obturación de forma retrógrada. Las características de las lesiones radiolúcidas periapicales persistentes fueron estudiadas exhaustivamente por autores como Bhaskar⁶ en 1966 o Winstock¹ en 1979, quien publicó una extensa serie de 9.804 ápices intervenidos en la que se observaban las lesiones periapicales con el microscopio óptico y se realizaban cultivos microbiológicos. También aparecieron estudios que comparaban la eficacia de diversos materiales destinados a obturar el conducto dentario a retro, como la amalgama de plata, la gutapercha, el duralon y otros⁷.

En las décadas posteriores, la técnica fue perdiendo consideración paulatinamente. Sumi et al⁸ calcularon que el éxito de la apicectomía quirúrgica clásica debía rondar el 50%, aunque autores más pesimistas lo sitúan en un 37%. Se trata de una estimación somera, dado que los criterios de curación no estaban lo suficientemente implementados como para poder contrastar unos estudios con otros. Pero sí es útil para comprender el desprestigio y el consiguiente abandono de la técnica, relegada en la praxis clínica a casos anecdóticos.

La generalización de la implantología como técnica predecible y de gran rentabilidad económica contribuyó a desterrar definitivamente la cirugía periapical de los recursos terapéuticos de los cirujanos orales, a su vez presionados por la creciente demanda social de resultados inmediatos. Dejó de

merecer la pena emplear tiempo y esfuerzo sobre una pieza cuyo pronóstico era malo. Resultaba más rentable exodonciarla y posteriormente rehabilitarla con un implante dental osteointegrado.

Pero poco después, a finales de la década de 1990, comenzaron a surgir refinamientos de la técnica que mejoraban drásticamente los resultados anteriormente expuestos. El propio Sumi, pero también otros autores como Cohn⁹, comenzaron a publicar artículos en los cuales anunciaban éxitos clínicos que rondaban el 90%.

Se estima que la incidencia de afección periapical se halla en el 2,9% en la población general y un 80-90% de estos casos se resuelven satisfactoriamente a través de una endodoncia¹⁰. Los pacientes en los que fracasa la endodoncia, a pesar de haber recibido una indicación correcta, constituyen la población diana que potencialmente puede beneficiarse de la apicectomía¹¹. No es necesario explicar las enormes repercusiones sociosanitarias que tiene el hecho de recuperar la apicectomía como técnica quirúrgica predecible y el ingente número de piezas dentales que pueden beneficiarse de ella.

Objetivos

A través del presente artículo se pretende establecer un protocolo de apicectomía quirúrgica optimizado según la medicina basada en la evidencia, aplicando conjuntamente todos los materiales y las maniobras que, de forma aislada, hayan demostrado mayores tasas de éxito.

Material y método

Se realiza una búsqueda bibliográfica en bases de datos PubMed, Elsevier y Cochrane. A la hora de conceder relevancia a un artículo, se valoran los estudios cuyos resultados se fundamentan en tipos de estudios estadísticos de mayor potencia (metaanálisis, estudios experimentales prospectivos, gran número de casos recogidos, etc.), prefiriendo en todo caso estudios in vivo frente a estudios in vitro y otorgando mayor importancia a los artículos con gran seguimiento en el tiempo. Se emplearon un total de 47 estudios, y se descartaron otros tantos que vertían información superponible, pero producto de estudios de menor fiabilidad estadística.

Los criterios de éxito del procedimiento varían de unos artículos a otros, dificultando la comparación entre ellos. La clasificación de curación de Rud et al¹² de 1972 es la que se observa en la bibliografía científica con más frecuencia; consta de criterios únicamente radiológicos evaluados a través de una radiografía periapical por tres investigadores diferentes¹³ (tabla 1). Numerosos autores han realizado otras clasificaciones más fundamentadas en criterios clínicos, de momento con baja adhesión^{14,15}.

Los autores han tratado de comparar artículos en los que se hayan empleado tipos de estudios estadísticos y criterios de curación similares a fin de tener una mayor comprensión de cuál es la técnica o material más óptimo en cada situación.

Tabla 1 – Curación según Rud et al¹² (1972)

Curación completa	Restitución del espacio periapical normal (menor de 1 mm)
Curación incompleta	Disminución o estabilización del tamaño de la imagen radiolúcida periapical. La lámina dura del periápice afectado está restituida
Curación incierta	Disminución o estabilización del tamaño, pero la lámina dura no se encuentra totalmente restituida. Evolución hacia la mejoría
Curación no satisfactoria	Igual que la anterior, pero sin evolución a la mejoría

Resultados

Técnica quirúrgica: empleo de herramientas de magnificación visual

Numerosos autores destacan la importancia de tener una buena visibilidad del campo operatorio¹⁶⁻²⁰. El uso de un método de magnificación visual —gafas lupa o microscopio óptico— facilita el control de calidad que el cirujano efectúa sobre su trabajo en el lecho quirúrgico, habiendo demostrado unos mejores resultados a largo plazo²¹⁻²⁵.

El refinamiento del instrumental fibroscópico^{21,26} ha permitido su reciente incorporación al campo de la cirugía oral. La escasa invasividad que comporta esta metodología, demostrada sobradamente en otros campos de la cirugía, unida a la magnificación visual inherente al método, propone un concepto muy atractivo. Taschieri et al^{22,27} demostraron que la apicectomía endoscópica no aportaba beneficios en cuanto a tasas netas de éxito a largo plazo, por lo que sólo un postoperatorio significativamente mejor de este sistema podría justificar su curva de aprendizaje.

Quistectomía y legrado de la imagen radiolúcida periapical

Aunque tradicionalmente se haya puesto en duda, en la actualidad hay evidencia científica de que el tejido quístico que rodea al ápice enfermo forma parte del cortejo moroso y no del proceso de curación. Ha quedado demostrado que se trata del resultado de una infección bacteriana, especialmente bacterias anaerobias^{29,30}.

Aunque algunos autores han destacado la importancia del tejido de granulación periapical como osteoinductor de la posterior regeneración ósea periquística, en el momento presente no hay pruebas que avalen esa teoría y sí de un mayor índice de fracaso terapéutico si se preserva el tejido periapical³¹.

El legrado de la cavidad quística debe ser meticuloso, empleando legras periodontales para garantizar la total exenteración del tejido perirradicular.

Sección del ápice dentario y realización de cavidad retentiva periapical

La mayoría de textos señalan que se deben seccionar 2-3 milímetros de raíz dentaria. Hoy por hoy, a la luz de la revisión

bibliográfica, se puede afirmar que la realización posterior de una cavidad retentiva periapical es una práctica ineludible e inexcusable.

Este procedimiento³² permite una mínima resección del ápice y facilita la colocación del material de sellado retrógrado, lo cual posibilita una mayor impermeabilización del conducto.

Esta cavidad retentiva debe tener forma de tronco-cono, con la base orientada hacia la corona dental, y sobre ella se debe depositar el material obturador retrógrado. Comenzó a realizarse en 1976 a través de una fresa de pequeño diámetro, pero hoy día, gracias a la popularización de las puntas de ultrasonidos en las consultas dentales, se prefiere hacer uso de éstas.

Con ultrasonidos parece probado que, según aumenta el número de raíces dentales que deben tratarse, aumenta la significación estadística de los resultados, y aunque el tratamiento sobre piezas monorradiculares está al borde de la significación³³, esto quizá se deba al escaso número de experimentos ($p = 0,056$ sobre 155 ápices de piezas monorradiculares tratadas en el único artículo disponible).

Como desventajas, se ha comentado que la vibración originada por los ultrasonidos puede ocasionar microfracturas dentarias cuya relevancia clínica está en entredicho³⁴.

El empleo del láser YAG³⁵, CO₂³⁶ o diodo³⁷ para realizar esta cavidad evita el riesgo de fractura, ya que permite realizar la cavidad sin vibración, a través de un haz de láser de alta intensidad. Además, la temperatura que alcanza el conducto ejerce de efecto antiséptico^{38,39}. Los estudios clínicos atisban una diferencia significativa entre el láser erb: YSSG y el láser cr: YSSG³⁵ frente a la preparación ultrasónica de la cavidad, mostrando éstos un mayor índice de microfiltración a igualdad de material sellante, probablemente en relación con una mayor microrrotura de las paredes del conducto en el rango de amplitud lumínica empleado.

Resulta complicado determinar si el empleo del láser —garantizar la ausencia de microrrotura— justifica la inversión económica que supone tenerlo en una consulta de cirugía oral convencional, muy especialmente cuando no hay artículos científicos que sustenten la importancia clínica de estas microrroturas.

Sellado retrógrado periapical⁴⁰⁻⁴⁴ (tabla 2)

La bibliografía científica coincide en señalar la gran importancia que tiene la elección del material de sellado para la obturación retrógrada del conducto dentario. Hay una gran profusión de artículos que abordan este asunto, a menudo evaluando criterios ligeramente diferentes e incurriendo en contradicciones al no evaluar de forma consensuada los mismos conceptos. Por tanto, los autores se ciñen a los criterios de revisión atisbados en la sección de Material y método.

Gutapercha

La gutapercha es un material de fácil manejo, barato y se adapta fácilmente a superficies irregulares. Los productos comercializados a menudo contienen óxido de cinc, ceras,

Tabla 2 – Sellado retrógrado periapical

	Biocompatibilidad	Impermeabilidad
Gutapercha	+++	+
Amalgama	+	+++
Ionómero	+++	+++
IRM	+++	+++
SuperEBA	++++	++++
MTA	+++++	++++

IRM: material restaurador intermedio; MTA: agregado de trióxido mineral; SuperEBA: ácido superetoxibenzoico.

sales de metales pesados, conservantes y colorantes. La gutapercha muestra una aceptable citotoxicidad y buena tolerancia, con escaso grado de inflamación. Calentar la gutapercha que obturó el conducto anterógradamente hasta conseguir su fusión es una práctica corriente en nuestro medio; no obstante, la bibliografía científica coincide en tachar este método como ineficaz a la hora de impermeabilizar el conducto, y se han observado defectos marginales en el conducto que posibilitan el libre paso de bacterias⁴⁵.

Amalgama de plata

El manejo clínico de la amalgama de plata es sencillo, incluso en condiciones de humedad, pero tiene tendencia a difundir por los tejidos de alrededor ocasionando tinciones. Su capacidad de sellado es media (no se trata de un adhesivo, sella la cavidad mecánicamente) y su biocompatibilidad es mala, causando una execrable respuesta inflamatoria tisular de particular relevancia si la amalgama contiene cinc. Aunque la amalgama suele contener mercurio, no se ha observado toxicidad sistémica por su causa.

Ionómero de vidrio

Destaca por su gran capacidad de adhesión química a la dentina, sin que se vea afectado por la contaminación por saliva o sangre. Libera flúor al medio durante un tiempo indeterminado, lo que mejora la salud dental a largo plazo. En cuanto a sus características de sellado, es comparable a la amalgama de plata, pero más biocompatible^{46,47}.

Materiales basados en el óxido de cinc-eugenol

Se trata de material restaurador intermedio (IRM, en sus siglas en inglés) y ácido superetoxibenzoico (superEBA). IRM es menos tóxico que la amalgama y tiene una capacidad de sellado moderada. SuperEBA es más adhesivo en situaciones de humedad y menos tóxico a nivel tisular. Además, a diferencia de IRM, se adhiere muy bien a sí mismo, por lo que se puede adicionar más en caso de que el cirujano lo estime adecuado. Tiene unas cualidades a la hora de permeabilizar el conducto óptimas, lo que lo convierte en un excelente material obturador; no se encuentra comercializado en España actualmente.

MTA

Siglas en inglés de agregado de trióxido mineral. Se compone de silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxidos de silicio y óxido tricálcico, entre otros. Por sus características, muestra el mejor comportamiento en cuanto a impermeabilización y biocompatibilidad. Además, parece fomentar el crecimiento del hueso y el cemento en torno a sí. Tiene como desventajas que se lava fácilmente en presencia de saliva o sangre, por lo que su manejo clínico cotidiano resulta complejo.

Discusión

Además del sentido común y la experiencia personal, el cirujano oral debe fundamentar todas sus decisiones terapéuticas en la evidencia científica. Ése es el único modo de que los pacientes reciban el mejor tratamiento posible, más especialmente en el contexto de una sociedad que demanda cada vez más la excelencia.

El objetivo del presente artículo es aunar los conocimientos existentes sobre la apicectomía quirúrgica para facilitar al clínico un protocolo en el que cada maniobra esté avalada por sus resultados estadísticos, tratando siempre de optimizar los resultados de la intervención a largo plazo.

Una vez evaluados los factores, dicho protocolo debe incluir los estadios siguientes:

1. Indicación del procedimiento

Son pacientes candidatos a cirugía periapical aquéllos en los que fracasa un tratamiento endodóncico bien indicado, a pesar de haberse realizado correctamente y tras descartar la posibilidad de un nuevo abordaje al conducto. La razón riesgo-beneficio que tiene intervenir ápices cercanos al canal dentario o al seno maxilar puede contraindicar la intervención.

2. Buen acceso y visualización del campo: método ópticos de magnificación

Los estudios confirman que realizar un abordaje quirúrgico al ápice amplio y emplear un método óptico de magnificación, como el microscopio óptico o las gafas lupa, tienen como consecuencia una mayor tasa de éxito en el procedimiento.

3. Exéresis y legrado del quiste

No cabe duda que el tejido radiolúcido que circunda al ápice está implicado en la patogénesis del proceso, y no en su reparación fisiológica. Es por tanto perentoria la necesidad de su extirpación meticolosa.

4. Apicectomía y realización de una cavidad apical retentiva: uso de ultrasonidos

Debe seccionarse 2-3 mm de ápice y realizar una cavidad retentiva para incluir en ella material de sellado. Su forma óptima debe ser un tronco-cono cuya base esté dirigida hacia la corona.

Tanto la punta de ultrasonidos como el láser YAG se postulan como los mejores medios para auxiliar a esta labor. El láser resulta menos traumático, pero por el momento no ha demostrado una mejoría estadísticamente significativa respecto a los ultrasonidos, y estos últimos resultan más económicos.

5. Obturación retrógrada del conducto con un material de sellado: MTA o superEBA

Los mejores resultados se han obtenido con IRM, superEBA y MTA. Estos dos últimos parecen encontrarse a un nivel superior en cuanto a capacidad de sellado y biocompatibilidad, pero superEBA no está comercializado en España.

Conclusiones

El protocolo propuesto de apicectomía quirúrgica basado en la evidencia tiene la limitación obvia de no contar con el número suficiente de pacientes como para extraer conclusiones estadísticas de su empleo en un contexto clínico real. Si bien es cierto que cada maniobra aquí expuesta se ha ensayado sobre cientos de ápices en la bibliografía, la aplicación de todas en conjunto no ha rebasado más que el plano de lo defendible racionalmente. En el Departamento de Cirugía Oral y Maxilofacial de la Clínica Universidad de Navarra se está realizando un registro y un seguimiento cuidadoso de los pacientes sometidos a él, con el fin de poder comunicar resultados fundamentados en la estadística. Los resultados preliminares obtenidos son, cuanto menos, prometedores.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

- Winstock D. Apical disease: an analysis of diagnosis and management with special reference to root lesion resection and pathology. *Ann R Coll Surg Engl.* 1980;62:171-9.
- Farrar JN. Radical and heroic treatment of alveolar abscess by amputation of roots of teeth. *Dent Cosmos.* 1884;26:79.
- Rhein ML. Amputation of roots as a radical cure in chronic alveolar abscess. *Dent Cosmos.* 1890;32:904-5.
- Schamberg ML. The surgical treatment of chronic alveolar abscess. *Dent Cosmos.* 1906;48:15-24.
- Grossman LI. Endodontics: a peep into the past and the future. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1974;37:599-608.
- Bhaskar N. Oral surgery, oral pathology conference No 17. *Oral Surg.* 1966;21:657.
- Barry GN, Heyman RA, Elias A. Comparison of apical sealing methods. A preliminary report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1975;39:806-11.
- Sumi Y, Hattori H, Hayashi K, Ueda M. Ultrasonic root-end preparation: clinical and radiographic evaluation of results. *J Oral Maxillofac Surg.* 1996;54:590-3.
- Cohn SA. When all else fails. *Aust Endod J.* 1998;24:128-9.
- Rahbaran S, Gilthorpe MS, Harrison SD. Comparison of clinical outcome of periapical surgery in endodontic and oral surgery units of a teaching dental hospital: A retrospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 2001;91:700.
- Gay-Escoda C, Peñarrocha M, Berini L. Lesiones periapicales. En: Gay Escoda C, Berini Aytés L. *Cirugía Bucal.* Madrid: Ergón; 1999; p. 749-80.
- Rud J, Andreasen JO, Jensen JE. A follow-up study of 1,000 cases treated by endodontic surgery. *Int J Oral Surg.* 1972;1:215-28.
- Peñarrocha M, Ortega B, García B, Martín E, Von Arx T, Gay-Escoda C. Evaluation of healing criteria for success after periapical surgery. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2008;13:E143-7.
- Von Arx T, Kurt B. Root-end cavity preparation after apicoectomy using a new type of sonic and diamond-surfaced retrotip: a 1-year followup study. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999;57:656-61.
- Friedman S. The prognosis and expected outcome of apical surgery. *Endod Topics.* 2005;11:219-62.
- Michaelides PL. Use of the operating microscope in dentistry. *J Calif Dent Assoc.* 1996;24:45-50.
- Jarrett P M. Intraoperative magnification: Who uses it? *Microsurgery.* 2004;24:420-2.
- Van As G. Magnification and the alternatives for microdentistry. *Compendium of continuing education in dentistry* 2001; 22(11A):1008-12;1014.
- Arens DE. Introduction to magnification in endodontics. *Esthet Restor Dent.* 2003;15:426-39.
- Geibel MA. Development of a new micro-endoscope for odontological application. *Eur J Med Res.* 2006;11:123-7.
- Arai T, Yamazaki Y, Tsuchida M, Ozawa T. Minimally invasive periapical curettage of foreign materials in periapical lesions using a fiberscope. *Int Dent J.* 2003;53:314-22.
- Taschieri S, Del Fabbro M, Testori T, Weinstein R. Microscope versus endoscope in root-end management: a randomized controlled study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2008;37:1022-6.
- Kratchman S, Kim S. Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *J Endo.* 2006;32:601-23.
- Rubinstein RA, Kim S. Long-term follow-up of cases considered healed one year after apical microsurgery. *J Endod.* 2002;28:378-83.
- Weinstein RL, Testori T, Del Fabbro M, Taschieri S. Endodontic reoperation using an endoscope and microsurgical instruments: One year follow-up. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2007;45:582-5.
- Bahcall JK, Di Fiore PM, Poulakidas TK. An endoscopic technique for endodontic surgery. *J Endod.* 1999;25:15-7.
- Von Arx T, Walker WA. Microsurgical instruments for root-end cavity preparation following apicoectomy: a literature review. *Endod Dent Traumatol.* 2000;16:47-62.
- Van Ingen JM, Baas EM, Putters T, De Lange J. Ultrasonic root-end preparation in apical surgery: a prospective randomized study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;104:841-5.
- Baumgartner JC, Falkler WA. Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals. *J Endod.* 1991;17:380-3.
- Wayman BE, Murata SM, Almeida RJ, Fowler CB. A bacteriological and histological evaluation of 58 periapical lesions. *J Endod.* 1992;18:152-5.
- Souza RA. The importance of apical patency and cleaning of the apical foramen on root canal preparation. *Braz Dent J.* 2006;17:6-9.
- Vallecillo M, Muñoz E, Reyes C, Prados E, Olmedo MV. Cirugía periapical de 29 dientes. Comparación entre técnica convencional, microsierra y uso de ultrasonidos. *Med Oral.* 2002;7:46-53.
- Karlovic Z, Pezelj-Ribaric S, Miletic I, Jukic S, Grgurevic J, Anic I. Erbium: YAG laser versus ultrasonic in preparation of root-end cavities. *J Endod.* 2005;31:821-3.

34. De Faria-Junior NB, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM. Evaluation of ultrasonic and ErCr: YSGG laser retrograde cavity preparation. *J End.* 2009;35:741-4.
35. Calışkan, MK, Parlar, NK, Oruçođlu, H, et al. Apical microleakage of root-end cavities prepared by er, cr: Ysgg laser. *Lasers Med Sci.* 2010;25:145-50.
36. Bader G, Lejeune S. Prospective study of two retrograde endodontic apical preparations with and without the use of CO2 laser. *Endod Dent Traumatol.* 1998;14:75-8.
37. De Souza EB, De Amorim CV, Marques JL. Effect of diode laser irradiation on the apical sealing of MTA retrofillings. *Pesqui Odontol Bras.* 2006;20:231-4.
38. Gordon W, Atabakhsh VA, Meza F, Doms A, Nissan R, RizoIU I, et al. The antimicrobial efficacy of the erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser with radial emitting tips on root canal dentin walls infected with *Enterococcus faecalis*. *J Am Dent Assoc.* 2007;138:992-1002.
39. Araki AT, Ibraki Y, Kawakami T, Lage-Marques JL. Er:yag laser irradiation of the microbiological apical biofilm. *Brazilian Dental J.* 2006;17:296-9.
40. Theodosopoulou JN, Niederman R. A systematic review of in vitro retrograde obturation materials. *J Endodontics.* 2005;31:341-9.
41. Albiol JG, Aguirre Urizar JM, Escoda CG. A comparative study of silver amalgam and compomer as retrograde filling materials in periapical surgery. *Med Oral Pat Oral Cir Bucal.* 2008;13: E133-E137.
42. Sanchez AF, Leco-Berrocal MI, Martinez-Gonzalez JM. Metaanalysis of filler materials in periapical surgery. *Med Oral Pat Oral Cir Bucal.* 2008;13:E180-E185.
43. Bowen E, Pearrocha M. An update in periapical surgery. *Med Oral Pat Oral Cir Bucal.* 2006;11:E503-E509.
44. Bodrumlu E. Biocompatibility of retrograde root filling materials: A review. *Aust End J.* 2008;34:30-5.
45. Pitt Ford TR, Andreasen JO, Dorn SO, Kariyawasam SP. Effect of various sealers with gutta-percha as root-end fillings on healing after replantation. *Endod Dent Traumatol.* 1996;12:33-7.
46. Jesslén P, Zetterqvist L, Heimdahl 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. Trope M, Lost C, Schmitz HJ, Friedman S. Healing of apical periodontitis in dogs after apicoectomy and retrofilling with various filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996;81:221-8.