Capacidad de sellado apical de 2 selladores de resina epóxica comparando las técnicas de obturación de conductos con gutapercha caliente y con la técnica de condensación lateral en frío

Christian Ralf Gernhardt, Dr. med. Dent., DDS[a], Thomas Krüger[b], Katrin Bekes, Dr. med. Dent., DDS[c], y Hans-Guenter Schaller, Dr. med. Dent., DDS, PhD[d]

Objetivo: *Evaluar la capacidad de sellado apical de 2 selladores de conductos basados en resinas epóxicas empleados con 2 técnicas diferentes de obturación con gutapercha caliente y una de condensación lateral en frío.*

Método y materiales: *Se prepararon los conductos radiculares de 72 incisivos unirradiculares recién extraídos y se asignaron al azar a 6 grupos experimentales. Las obturaciones de los conductos radiculares se llevaron a cabo empleando condensación lateral en frío, condensación vertical caliente y obturadores de thermafil, con EndoRez o AH-Plus como sellador. Tras la obturación del conducto radicular, se conservaron los dientes en solución de azul de metileno al 5% durante 7 días. Un investigador calibrado midió la penetración lineal de la tinción en los especímenes diseccionados empleando para ello el microscopio óptico.*

Resultados: *El análisis estadístico reveló profundidades de penetración significativamente más elevadas en los grupos en los que se empleó EndoRez ($P < 0,05$, prueba de Tukey). Respecto a las diferentes técnicas de obturación, la menor cantidad de penetración de la tinción se observó con AH Plus y EndoRez cuando se emplearon las técnicas de condensación vertical caliente.*

Conclusión: *Los resultados de este estudio indican que la capacidad de sellado apical de EndoRez no es tan efectiva como la de AH Plus. Los obturadores de Thermafil y la condensación vertical caliente consiguieron sellados con poca profundidad de penetración de la tinción. El uso de estas técnicas podría disminuir el riesgo de filtración apical.*

(*Quintessence Int*. 2007;38:229-34)

[a]Profesor Adjunto y Conferenciante Senior. Universidad Martin-Luther. Escuela Universitaria de Medicina Dental. Departamento de Operatoria Dental y Periodoncia. Halle, Alemania.
[b]Estudiante. Universidad Martin-Luther. Escuela Universitaria de Medicina Dental. Departamento de Operatoria Dental y Periodoncia. Halle, Alemania.
[c]Profesor Adjunto. Universidad Martin-Luther. Escuela Universitaria de Medicina Dental. Departamento de Operatoria Dental y Periodoncia. Halle, Alemania.
[d]Profesor y Director. Universidad Martin-Luther. Escuela Universitaria de Medicina Dental. Departamento de Operatoria Dental y Periodoncia. Halle, Alemania.

Correspondencia: Dr Christian Ralf Gernhardt.
Martin-Luther-University Halle-Wittenberg. University School of Dental Medicine. Department of Operative Dentistry and Periodontology. Grosse Steinstrasse 19. 06108 Halle, Alemania.
Correo electrónico: christian.gernhardt@medizin.uni-halle.de

Uno de los principales objetivos del tratamiento endodóncico es la obturación completa del conducto radicular. Esto ejerce un papel importante en la prevención de la contaminación del conducto radicular[1]. Se han desarrollado varias técnicas para mejorar la calidad de las obturaciones. La condensación lateral en frío con gutapercha es una técnica de obturación probada. Aunque su efectividad se ha cuestionado en numerosas ocasiones, esta técnica sigue siendo la técnica de referencia, y muchos estudios centrados en nuevos sistemas de obturación la emplean como referente de comparación[2-6]. Reciente-

mente, se han introducido técnicas de obturación de los conductos radiculares basadas en el calentamiento o precalentamiento de la gutapercha para conseguir una obturación tridimensional de los espacios e istmos. Dos métodos de obturación que emplean la gutapercha caliente son el sistema Thermafil (Dentsply Maillefer) y la condensación vertical caliente.

Independientemente de la técnica de obturación empleada, siempre se requiere un sellador de conductos radiculares para adherir la gutapercha a la dentina del conducto radicular y para rellenar las irregularidades[7]. Un sellador muy bien investigado y ampliamente usado es el sellador basado en resina epóxica AH Plus (Dentsply/DeTrey). Los estudios realizados han demostrado su buena biocompatibilidad, citocompatibilidad, tolerancia tisular, estabilidad dimensional a largo plazo, y capacidad selladoras[8-10].

Recientemente, se ha introducido otro sellador de resina, EndoRez (Ultradent Products). De acuerdo con el fabricante, EndoRez es biocompatible y presenta características hidrofílicas.

La evaluación y comparación de las técnicas de obturación actuales empleadas con diferentes selladores es importante para determinar la eficacia en la obtención de un sellado óptimo. Muchos métodos de evaluación se basan en los estudios de filtración de tinciones[11]. La comparación de AH Plus y EndoRez empleados con condensación lateral en frío ha revelado una capacidad de sellado apical superior cuando se utiliza AH Plus[12]. Cuando se emplea la técnica de cono único, EndoRez y AH Plus no exhiben diferencias[13]. Sin embargo, hasta la fecha no se dispone de información sobre la capacidad de sellado de EndoRez cuando se emplea con las diferentes técnicas de obturación de los conductos radiculares que utilizan gutapercha caliente.

Por ello, el propósito de este estudio fue realizar una investigación in vitro sobre el efecto de 2 selladores basados en resina epóxica sobre la capacidad de sellado de 2 técnicas diferentes de obturación de los conductos radiculares que emplean gutapercha caliente, el sistema de obturación Thermafil y la condensación vertical con gutapercha caliente (EndoTwinn System, VDW) en comparación con la técnica de condensación lateral en frío.

Método y materiales

Se seleccionaron y conservaron en suero salino setenta y dos incisivos superiores unirradiculares extraídos que habían sido radiografiados previamente para comprobar la existencia de un solo conducto. Se preparó una cavidad de acceso, se confirmó con una lima N.º 10 K-file la permeabilidad apical. Se determinó la longitud radicular hasta que la lima aparecía en el ápice. Se registró la longitud de trabajo 1 mm más corta Se prepararon los conductos empleando el sistema Hero 642 (MicroMega) siguiendo el protocolo estándar recomendado[14,15] hasta un tamaño máximo del N.º 40 siempre bajo irrigación con hipoclorito sódico (1%) y digluconato de clorhexidina (0,1%).

Para eliminar el barrillo dentinario, la irrigación final se realizó con solución de ácido etilendiaminotetracetico (EDTA) (Calcinase Slide, Lege Artis Pharma) durante 30 s seguida de 5 ml de hipoclorito sódico (1%). Finalmente, se secaron los conductos radiculares mediante puntas de papel.

Los dientes preparados fueron subdivididos al azar en 6 grupos. En 3 grupos, se empleó como sellador AH Plus (A), y en los otros 3 grupos EndoRez (E) (tabla 1). Se realizó la obturación de los conductos radiculares con 1 de las 3 técnicas siguiendo las instrucciones del fabricante:

1. Condensación lateral en frío: (AL, EL). En primer lugar se comprobó el ajuste de una punta del N.º 40 comprobando su resistencia a la retirada. Siguiendo el protocolo clínico de nuestro Departamento, se recubrió la punta con sellador y a continuación se introdujo en el conducto. Para compactar la punta principal se empleó

Tabla 1. Comparación de los selladores empleados en este estudio

Sellador	Fabricante	Composición
AH Plus	Dentsply, De Trey	Parte A: resinas epóxicas, volframato cálcico, óxido de circonio, silicio, pigmentos de óxido de hierro Parte B: aminas, volframato cálcico, óxido de circonio, silicio, aceite de silicona
EndoRez	Productos Ultradent	Uretano dimetacrilato

un espaciador digital 1 mm más corto de la longitud de trabajo. Después se fueron introduciendo puntas accesorias recubiertas con sellador hasta que impidieran la penetración del espaciador en el tercio medio del conducto. Se retiró el exceso de gutapercha con un instrumento caliente y se condensó verticalmente.

2. Condensación vertical (AV, EV). Siguiendo las instrucciones del fabricante de EndoTwinn, las paredes del conducto se recubrieron con sellador empleando para ello un léntulo. Se colocó una punta del N.º 40 a la longitud de trabajo. Se calentó un transportador de calor de tamaño medio-grande (EndoTwinn System) y se condujo a una profundidad 3 mm más corta de la longitud de trabajo. La punta se dejó enfriar durante 8 s, y después se aplicó durante 1 s un choque único de calor y se retiró la punta con la parte coronal de la gutapercha. Después se introdujo de nuevo la punta, se calentó durante 3 s, y se condensó la gutapercha apical hacia el orificio apical. A continuación se fue obturando hacia atrás todo el conducto con pequeños incrementos de gutapercha. Se fueron introduciendo con la punta pequeños segmentos de gutapercha de 3 a 4 mm de longitud y se condensaron apicalmente en el conducto radicular. Para reblandecer la gutapercha, se calentó la punta otra vez. Entre la introducción de la gutapercha y el transportador de calor, se emplearon tapones fríos preajustados para permitir la condensación de la gutapercha hasta conseguir una masa homogénea. Esto se repitió hasta rellenar la totalidad del conducto.

3. Thermafil (AT, ET). Se emplearon calibradores para verificar que el N.º 40 era el tamaño apropiado para la obturación del conducto. Todos los conductos radiculares se obturaron con obturadores Thermafil del N.º 40. Se marcó la longitud de trabajo en los obturadores, y después se calentaron éstos en el horno ThermaPrep (Dentsply Maillefer). A continuación se cubrieron ligeramente las paredes de los conductos con sellador empleando para ello un explorador dental, y se introdujeron los obturadores calientes hasta la longitud de trabajo con firme presión apical. Finalmente, se retiró el vástago de plástico del conducto con una fresa redonda de acero inoxidable.

Después de la obturación de los conductos radiculares, se obturó el acceso coronal de la endodoncia mediante un procedimiento restaurador común empleando adhesivos dentinarios (Excite, Vivadent) y composite (Tetric Ceram, color A2, Vivadent). Finalmente, se tomaron radiografías de control de todos los dientes. Se evaluó la calidad de la obturación centrándose en la longitud de trabajo correcta y en la homogeneidad de la obturación del conducto radicular. Para impedir la penetración de la tinción a lo largo de los túbulos dentinarios, todos los especímenes se secaron y cubrieron con dos capas de esmalte de uñas dejando expuesto sólo el orificio apical.

Después se sumergió cada diente en una solución acuosa de azul de metileno al 5% recién preparada (pH 7,0) durante 7 días a 37 ºC. Los dientes se lavaron en agua destilada y se seccionaron en dos partes de forma longitudinal. Se midió la filtración apical como la distancia desde apical hasta el extremo más profundo de penetración de la tinción en dirección coronal empleando un microscopio óptico de 100 aumentos. Un investigador calibrado y a ciegas analizó las dos mitades de cada especimen. Se registró el valor más alto de cada diente.

El análisis estadístico se realizó empleando el programa SPSS (SPSS para Windows, release 10.0.7, SPSS). Se emplearon el análisis de variancia (ANOVA) y la prueba de Tukey para determinar las diferencias significativas en la filtración de la tinción entre los grupos. El nivel de significación se estableció en 1%.

Resultados

Fue posible medir la penetración de la tinción en cada grupo. Los valores medios (en micras, ± DE) de la penetración lineal de la tinción que fueron registrados son los siguientes: AL, 155,83 ± 60,72; AV, 81,67 ± 44,07; AT, 107,22 ± 45,18; EL, 1.220,22 ± 161,40; EV, 747,22 ± 208,37; ET, 533,33 ± 88,07. El análisis estadístico reveló una penetración significativamente más elevada en los dientes obturados con EndoRez (ANOVA, $P < 0,001$, prueba de Tukey) (fig. 1). La comparación pareada de los dientes obturados con la misma técnica pero con AH Plus reveló una filtración apical significativamente menor ($P < 0,001$, prueba de Tukey). Centrándose en las diferentes técnicas de obturación, no pudieron observarse diferencias significativas en el caso de AH Plus. En el caso de EndoRez, las profundidades de penetración fueron significativamente más elevadas en el grupo EL que en los grupos EV y ET ($P < 0,05$, prueba de Tukey). No pudieron detectarse diferencias significativas entre la condensación vertical caliente (EV) y Thermafil (ET).

Discusión

En la presente investigación, se emplearon incisivos superiores con una sola raíz recta para evitar los problemas de los conductos múltiples o las diferencias entre raíces con distintas curvaturas y así hacer las muestras

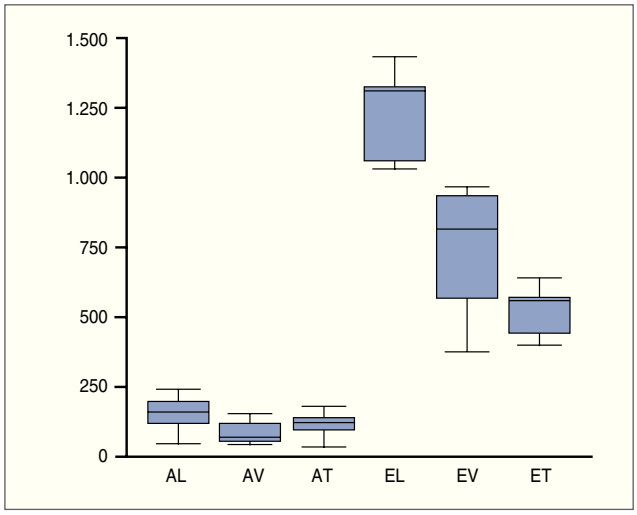

Figura 1. Gráfico que muestra la profundidad de penetración de la tinción en los 6 grupos experimentales. A: AH Plus; E: EndoRez; L: condensación lateral en frío; T: Thermafil; V: condensación vertical.

comparables. Todos los dientes presentaban longitudes similares y por lo tanto el volumen que había que obturar era el mismo para todos. Los conductos radiculares se prepararon al mismo tamaño apical de conducto, y un solo operador llevó a cabo la preparación y obturación de todos los conductos para impedir variaciones. Para la conservación de los dientes recién extraídos se empleó suero salino, elemento que no afecta a las propiedades físicas y químicas de la dentina humana[16]. A pesar de estos intentos, hubo un factor al que no se prestó atención que fue la variación anatómica entre estos dientes.

Se empleó un método de penetración de tinción para evaluar el sellado apical de los conductos obturados. El corte longitudinal de las raíces y la medición de la penetración lineal de la tinción es un diseño habitual en los estudios de filtración[11]. Los estudios de filtración se utilizan mucho para evaluar y comparar la eficiencia de sellado de los materiales de restauración nuevos[17]. Sin embargo, se ha discutido mucho la fiabilidad de los estudios de filtración in vitro, su significación clínica y sus limitaciones cuando se comparan los resultados entre observadores que trabajan con distintos métodos experimentales[18]. Nosotros empleamos azul de metileno como marcador de filtración debido a su bajo peso molecular y buenas propiedades de penetración[19,20]. De acuerdo con otros estudios, se empleó un período de inmersión de 7 dias[21,22].

En este estudio, se comparó la condensación lateral en frío con dos técnicas de obturación que empleaban gutapercha caliente o calentada, condensación vertical y obturación con Thermafil. La condensación lateral sigue siendo la técnica estándar con la que se comparan los nuevos sistemas[23-25]. Encontramos que la condensación lateral en frío mostró mayor filtración en el caso de EndoRez. Thermafil y la condensación vertical obtuvieron una filtración menor. Respecto a la condensación vertical, estas observaciones concuerdan con otros estudios[26]. Se han informado resultados contradictorios en estudios que han comparado la técnica de obturación con Thermafil con la técnica de condensación lateral, que puede exhibir menor filtración apical[3,21,27,28], una filtración equivalente[19,29], o una filtración mayor[23.30] empleando penetración pasiva de la tinción. Estas diferencias pueden estar relacionadas con variaciones en la preparación de los conductos radiculares[21]. Observamos que Thermafil filtró menos y por lo tanto creó un sellado apical mejor que la condensación lateral en frío. Comparando la condensación vertical con Thermafil, no se detectaron diferencias en la penetración de la tinción.

De acuerdo con ello, Bhambhani y Sprechman informaron que, bajo condiciones in vitro, la técnica Thermafil era equivalente en la filtración lineal a la condensación vertical[7]. La condensación vertical caliente y Thermafil consiguen una buena obturación tridimensional, producen menos espacios vacíos, y replican bien la superficie radicular[31].

En la presente investigación, se llevaron a cabo tres técnicas de obturación diferentes siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de los sistemas EndoTwinn y Thermafil. Por lo tanto, el método de aplicación del sellador fue diferente en cada técnica.

Esta variable debe ser tenida en cuenta a la hora de interpretar los resultados, que sugieren que las técnicas calientes permiten conseguir un sellado apical mejor que las de condensación lateral en frío. Un estudio previo que se centró en la distribución del sellador en los conductos radiculares tras el uso de diferentes métodos de colocación del sellador mostró diferencias significativas entre éstos[32]. Sin embargo, el estudio investigó sólo la distribución del sellador sin ninguna técnica de obturación de la gutapercha. En nuestro estudio, la investigación mediante el microscopio de las raíces seccionadas mostró que en todos los grupos se encontraba una capa de sellador en las paredes de los conductos. Además, Aguirre et al demostraron que, en el caso de AH26 (Dentsply), el método de colocación del sellador no tenía ningún efecto sobre la filtración, apical y por lo tanto tampoco sobre el sellado apical[33].

Por otra parte, es conocido que, tras la colocación estandarizada del sellador, la propia técnica de obturación empleada tiene un impacto sobre la distribución del se-

llador a lo largo de las paredes de los conductos[34]. Por lo tanto, nosotros empleamos el protocolo clínico recomendado para comparar las diferentes técnicas de obturación y selladores.

En este estudio se detectaron diferencias entre los dos selladores examinados. Nuestros resultados indican que ambos selladores sufren un cierto grado de filtración apical. El valor medio de filtración apical de AH Plus fue significativamente inferior que el de EndoRez.

Nuestros resultados concuerdan con los de otras investigaciones[12,13]. Sevimay y Kalayci[12] encontraron que, con la técnica de condensación lateral, AH Plus filtró menos que EndoRez. La capacidad de adaptación y penetración de EndoRez fue peor que la de AH Plus en el tercio apical del conducto[12]. Otra investigación mostró que AH Plus y EndoRez combinados con la técnica de un solo cono revelaron resultados similares[13].

Una de las razones que podrían justificar la mayor filtración es la contracción del sellador[35]. Comparado con otros selladores, EndoRez usado bien con un solo cono o con condensación lateral produjo menor filtración que un sellador de óxido de cinc-eugenol empleado con condensación lateral[12].

Por lo general, la presencia de filtración apical podría deberse a las diferentes composiciones y propiedades físicas de los selladores así como al uso de diferentes técnicas de obturación y a la posible presencia de barrillo dentinario[17].

Conclusión

Los resultados de este estudio indican que la capacidad de sellado apical de EndoRez no es tan efectiva como la de AH Plus cuando se usa con 3 métodos de obturación clínica diferentes. Los obturadores de Thermafil y la condensación vertical caliente consiguieron sellados con penetración de tinción menor que la condensación lateral en frío. El uso de estas técnicas podría disminuir el riesgo de filtración apical. Sin embargo, el método de aplicación del sellador fue diferente en cada técnica; así pues esta variable debe tomarse en cuenta a la hora de interpretar nuestros resultados, que sugieren que la condensación vertical caliente y la obturación con Thermafil permiten conseguir un sellado apical mejor que la condensación lateral en frío.

Además, la relevancia clínica de este estudio in vitro debe contemplarse con precaución porque los resultados no pueden extrapolarse de forma directa a la clínica. De cualquier manera sí permiten comparaciones[10]. Se requieren más estudios clínicos para evaluar si las diferencias entre EndoRez y AH Plus mostradas en este estudio tienen influencia sobre el éxito a largo plazo del tratamiento endodóncico.

Bibliografía

1. Ahlberg KM, Tay WM. A methacrylate-based cement used as a root canal sealer. Int Endod J 1998;31:15-21.
2. Gencoglu N. Comparison of 6 different gutta-percha techniques (part II): Thermafil, JS Quick-Fill, Soft Core, Microseal, System B, and lateral condensation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2003;96:91-95.
3. Gilhooly RM, Hayes SJ, Bryant ST, Dummer PM. Comparison of lateral condensation and thermomechanically compacted warm alpha-phase gutta-percha with a single cone for obturating curved root canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2001; 91:89-94.
4. Goldberg F, Artaza LP, De Silvio A. Effectiveness of different obturation techniques in the filling of simulated lateral canals. J Endod 2001;27:362-364.
5. Abarca AM, Bustos A, Navia M. A comparison of apical sealing and extrusion between Thermafil and lateral condensation techniques. J Endod 2001;27:670-672.
6. Gulabivala K, Holt R, Long B. An in vitro comparison of thermoplasticised gutta-percha obturation techniques with cold lateral condensation. Endod Dent Traumatol 1998;14:262-269.
7. Bhambhani SM, Sprechman K. Microleakage comparison of thermafil versus vertical condensation using two different sealers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1994;78:105-108.
8. Leyhausen G, Heil J, Reifferscheid G, Waldmann P, Geurtsen W. Genotoxicity and cytotoxicity of the epoxy resin–based root canal sealer AH plus. J Endod 1999;25:109-113.
9. Leonardo MR, da Silva LA, Almeida WA, Utrilla LS. Tissue response to an epoxy resin–based root canal sealer. Endod Dent Traumatol 1999;15:28-32.
10. De Almeida WA, Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Silva LA. Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. Int Endod J 2000;33:25-27.
11. De Moor RJ, Hommez GM. The long-term sealing ability of an epoxy resin root canal sealer used with five gutta percha obturation techniques. Int Endod J 2002;35:275-282.
12. Sevimay S, Kalayci A. Evaluation of apical sealing ability and adaptation to dentine of two resin-based sealers. J Oral Rehabil 2005;32:105-110.
13. Kardon BP, Kuttler S, Hardigan P, Dorn SO. An in vitro evaluation of the sealing ability of a new root-canal-obturation system. J Endod 2003;29:658-661.
14. Hülsmann M, Gressmann G, Schäfers F. A comparative study of root canal preparation using FlexMaster and HERO 642 rotary Ni-Ti instruments. Int Endod J 2003;36:358-366.
15. Hülsmann M, Schade M, Schäfers F. A comparative study of root canal preparation with HERO 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments. Int Endod J 2001;34:538-546.
16. Haller B, Hofmann N, Klaiber B, Bloching U. Effect of storage media on microleakage of five dentin bonding agents. Dent Mater 1993;9:191-197.
17. Miletic I, Ribaric SP, Karlovic Z, Jukic S, Bosnjak A, Anic I. Apical leakage of five root canal sealers after one year of storage. J Endod 2002;28:431-432.
18. Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. Int Endod J 1993;26:37-43.
19. Schäfer E, Olthoff G. Effect of three different sealers on the sealing ability of both thermafil obturators and cold laterally compacted Gutta-Percha. J Endod 2002;28:638-642.
20. Ahlberg KM, Assavanop 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;28:30-34.

21. Boussetta F, Bal S, Romeas A, Boivin G, Magloire H, Farge P. In vitro evaluation of apical microleakage following canal filling with a coated carrier system compared with lateral and thermomechanical Gutta-Percha condensation techniques. Int Endod J 2003;36:367-371.
22. Zmener O, Pameijer CH, Macri E. Evaluation of the apical seal in root canals prepared with a new rotary system and obturated with a methacrylate based endodontic sealer: An in vitro study. J Endod 2005;31:392-395.
23. Dummer PM. Comparison of undergraduate endodontic teaching programmes in the United Kingdom and in some dental schools in Europe and the United States. Int Endod J 1991;24:169-177.
24. Peak JD, Hayes SJ, Bryant ST, Dummer PM. The outcome of root canal treatment. A retrospective study within the armed forces (Royal Air Force). Br Dent J 2001;190:140-144.
25. Levitan ME, Himel VT, Luckey JB. The effect of insertion rates on fill length and adaptation of a thermoplasticized gutta-percha technique. J Endod 2003;29:505-508.
26. Sobhi MB, Rana MJ, Ibrahim M, Tasleem ul H. Comparison of vertical with lateral condensation technique in obturation of root canal system. J Coll Physicians Surg Pak 2004;14:455-458.
27. Haikel Y, Freymann M, Fanti V, Claisse A, Poumier F, Watson M. Apical microleakage of radiolabeled lysozyme over time in three techniques of root canal obturation. J Endod 2000;26:148-152.
28. Gencoglu N, Samani S, Gunday M. Evaluation of sealing properties of Thermafil and Ultrafil techniques in the absence or presence of smear layer. J Endod 1993;19:599-603.
29. Gutmann JL, Saunders WP, Saunders EM, Nguyen L. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique. Part 2. Material adaptation and sealability. Int Endod J 1993;26:179-183.
30. Baumgardner KR, Taylor J, Walton R. Canal adaptation and coronal leakage: Lateral condensation compared to Thermafil. J Am Dent Assoc 1995;126:351-356.
31. Venturi M, Breschi L. Evaluation of apical filling after warm vertical gutta-percha compaction using different procedures. J Endod 2004;30:436-440.
32. Kahn FH, Rosenberg PA, Schertzer L, Korthals G, Nguyen PN. An in-vitro evaluation of sealer placement methods. Int Endod J 1997;30:181-186.
33. Aguirre AM, el-Deeb ME, Aguirre R. The effect of ultrasonics on sealer distribution and sealing of root canals. J Endod 1997; 23:759-764.
34. Wu MK, Ozok AR, Wesselink PR. Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. Int Endod J 2000;33:340-345.
35. Zmener O, Spielberg C, Lamberghini F, Rucci M. Sealing properties of a new epoxy resin–based root-canal sealer. Int Endod J 1997;30:332-334.