

MICROFILTRACION APICAL DE DOS TECNICAS DE OBTURACION: TERMOPLASTIFICADA Y CONDENSACION LATERAL USANDO DOS MEDIOS CEMENTANTES

Línea de investigación: Biomateriales y tecnología en odontología. Castellanos W*, Cortez D*, Ibarra V*, Niño L*
Modalidad Oral

Área: Post – grado de endodoncia

Torres D*
Chamorro V**
Hurtado C***
López C****

RESUMEN

Contexto: La obturación del conducto radicular con gutapercha requiere de un medio cementante para lograr un sello hermético. Un nivel de microfiltración inaceptable lleva al fracaso del tratamiento endodóntico. **Objetivo:** Comparar la microfiltración apical en dientes unirradiculares obturados con gutapercha termoplastificada y condensación lateral utilizando dos medios cementantes. **Materiales y Métodos:** Estudio experimental paralelo in vitro de 144 dientes. Criterios de inclusión dientes unirradiculares extraídos con fines ortodónticos, con formación radicular completa. Criterios de exclusión dientes con reabsorciones, dilaceraciones, fracturas, metamorfosis cálcica o ápices abiertos. Previo consentimiento informado por parte del paciente, los dientes fueron distribuidos aleatoriamente en cinco grupos: grupo 1 (condensación lateral, Guttaflow), grupo 2 (termoplastificada, Guttaflow), grupo 3 (condensación lateral, topseal), grupo 4 (termoplastificada, Topseal), grupo 5 (control positivo), los cuales fueron decoronados, instrumentados y obturados por un operador calibrado a 14mm con sistema rotatorio Protaper hasta F3. Los dientes fueron impermeabilizados exceptuando los 3mm apicales y fueron sumergidos en un tinte de azul de metileno para medir la microfiltración bajo el estereomicroscopio a las 24 horas, 15,30 y 45 días. **Resultados:** Los grupos presentaron una tendencia de aumentar la microfiltración hasta los 30 días y disminuir a los 45 días. El grupo control fue el que presentó mayor filtración, los otros grupos no presentaron diferencia estadísticamente a 1,30 y 45 días, el grupo 3 presentó diferencia estadísticamente significativa con $p=0.022$ con el control a los 15 días. **Conclusiones:** El cemento Top Seal® fue el cemento sellador que obtuvo los niveles más bajos de microfiltración en la técnica de condensación lateral y más altos en la técnica termoplastificada. Al utilizar el material Guttaflow® como medio cementante este se comportó muy similar al cemento Top Seal® sin diferencia estadísticamente significativa.

Palabras Claves: microfiltración apical, Guttaflow, Técnicas de obturación, cemento sellador.

Context: The root canal filling with gutta-percha requires a cementing medium to achieve hermetic sealing of the root canal system. An unacceptable level of microleakage can lead to failure. **Objectives:** To compare apical microleakage in single rooted teeth root filled with thermoplastified gutta-percha and lateral condensation using two cementing mediums. **Materials and Methods:** Experimental in vitro study of 144 teeth. Inclusion criteria: extracted single rooted teeth due to orthodontic reasons, complete root formation. Exclusion criteria: teeth with resorptions, dilacerations, fractures, calcific metamorphoses or open apices. Previous patient informed consent teeth were randomly distributed into six groups: group 1 (lateral condensation and Guttaflow), group 2 (thermoplastified and Guttaflow), group 3 (lateral condensation and Topseal), group 4 (thermoplastified and Topseal), group 5 (positive control), which were then decoronated, instrumented and root filled by a calibrated operator at 14mm with Pro Taper rotary system up to the F3 finishing file. Teeth were made impermeable except 3mm at the root apex and were submerged in a methylene blue dye. Apical leakage under the stereomicroscope at 24 hours, 15, 30, and 45 days was evaluated. **Results:** All groups showed a tendency to increase microleakage by 30 days and decrease by 45 days. The control group showed the greatest microleakage, the other groups showed no statistical difference 1,30 and 45 days, the group 3 showed statistical difference $p=0.022$ with control after 15 days. **Conclusion:** The Top Seal® cement was the cementing medium that obtained the lowest levels of microleakage by means of lateral condensation, as well as the highest levels of microleakage by means of thermo-plastification. The use of Guttaflow® as the cementing medium showed similar results to the use of the Top Seal® cement, without a statistically significant difference.

Keywords: apical microleakage, Guttaflow, obturation techniques, sealing cement.

*Investigadores Residentes de IV Endodoncia

** Asesor Científico

*** Asesor Metodológico

**** Asesor Estadístico

INTRODUCCION

La obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares es uno de los objetivos principales de la terapia endodóntica. Después de haber realizado la limpieza y conformación del conducto radicular, se procede a la obturación del mismo para prevenir el ingreso de microorganismos por vía coronal, apical o conductos laterales mediante la comunicación con el periodonto (1). La infección del conducto radicular constituye la vía principal para que se de la irritación de los tejidos periapicales (2). La principal causa de fracaso endodóntico es la filtración de fluidos perirradiculares hacia el conducto (3).

El uso de la gutapercha y un cemento sellador es el método biológicamente más adecuado y seguro a largo plazo. Sin embargo, no se tiene un cemento que garantice un sello apical. A pesar de que todos los selladores percolan o filtran en mayor o menor grado, hay probablemente un nivel de percolación inaceptable que conlleva al fracaso (4). Es muy importante el tiempo que tarda un cemento sellador en fraguar de ello dependerá en cierta medida que se disminuyan las posibilidades de microfiltración; es decir este tiempo debe ser lo suficiente para poder realizar la obturación completa pero lo suficientemente corto para evitar los procesos de filtración (5).

Idealmente un cemento no debe expandirse ni contraerse, la expansión aumenta el riesgo de fractura, sin embargo mucha de esta expansión puede ser absorbida por la gutapercha reduciendo el estrés sobre la dentina. Por lo contrario la contracción es menos deseable por que compromete el sello hermético del conducto radicular (6).

Se han propuesto numerosas técnicas de obturación, como la condensación lateral y sus variaciones, cono único, técnica de condensación vertical propuesta por Schilder, técnica con vástagos plásticos o metálicos cubiertos por gutapercha y la técnica termo plastificada introducida en 1977 por Yee. Todas y cada una de ellas han reportado ventajas y desventajas cuando se comparan entre si.

Existen dos vías por donde se puede presentar microfiltración apical, la primera se encuentra en la interfase entre el material obturador y la pared del conducto y la segunda es la interfase entre los fluidos y sustancias a lo largo de los túbulos dentinales

abiertos del extremo apical resecaado, por la vía de la dentina permeable. La suma de la microfiltración por estas dos vías se denomina filtración apical (7). No existe un método universalmente aceptado para evaluar la filtración apical, sin embargo se han utilizado diferentes métodos incluyendo la penetración de colorantes por difusión pasiva y centrifugación, radioisótopos, nitrato de plata, penetración bacteriana, microscopía electrónica de barrido, dispositivo de filtración fluida y penetración de iones con métodos electroquímicos (8). La de penetración de tintes ha sido el método más utilizado debido a su sensibilidad, facilidad de uso y conveniencia. El azul de metileno presenta características benéficas, un tamaño molecular no muy pequeño por lo que los resultados de penetración no serán mayores de lo que realmente penetran las bacterias y un pH de 4.7 que ayuda a la penetración del tinte en el tejido (9,10,11,12).

El estereomicroscopio ha sido utilizado para evaluar la microfiltración apical por penetración de tinte, tiene características en donde se observan la profundidad tridimensional y el contraste de la estructura del espécimen, es esencial cuando la micro manipulación del espécimen requiere un espacio de funcionamiento grande y cómodo.

La endodoncia, al igual que la mayoría de las ciencias se enfoca en la búsqueda de nuevos materiales y técnicas que permitan la evolución y simplificación de la profesión, sin sacrificar la calidad de los tratamientos que se ofrecen a los pacientes. Actualmente con la aparición en el mercado de selladores endodónticos a base de resinas o silicona, se abren nuevas posibilidades para retomar una antigua técnica de obturación, la técnica de cono único, ampliamente utilizada en la década de los 60 ya que ahorra tiempo, dinero y esfuerzo al operador, sin embargo cayo en desuso debido a la gran cantidad de fracasos reportados en un periodo de tiempo muy corto atribuidos principalmente a la filtración (13).

Siguiendo las recomendaciones sugeridas por (Chamorro V, Plata M, Alarcón B, Pinzón C, Villegas A, Hurtado C. 2006), en este estudio se utilizo el material Guttaflow® a base de silicona como medio cementante comparándolo con el cemento sellador Top Seal® a base de resina, en obturaciones realizadas con la técnica termoplastificada y de condensación lateral, evaluando la microfiltración apical inducida por la

penetración de azul de metileno bajo el estereomicroscopio (14).

MATERIALES Y METODOS

Estudio experimental paralelo in vitro ciego simple de 144 dientes distribuidos aleatoriamente, que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: dientes unirradiculares con formación radicular completa, extraídos con fines ortodónticos o por enfermedad periodontal, previo consentimiento informado por parte del paciente. Los criterios de exclusión fueron: Dientes con reabsorciones, dilaceraciones, con fracturas y con metamorfosis cálcica.

Los dientes fueron almacenados en formalina al 10% y divididos al azar en 4 grupos con el mismo número de especímenes (32) y un grupo control positivo (16 especímenes).

PROCEDIMIENTO CLINICO

Una vez seleccionados los dientes se procedió a cortar la porción coronal con discos de carburo en la unión amelocementaria, a una longitud de 15mm. La longitud de trabajo fue establecida con lima No 10 a menos 1mm del ápice clínico para verificar su patencia.

Todos los dientes fueron instrumentados con la técnica de instrumentación rotatoria Protaper® hasta la lima F3 a 14mm, usando como quelante Glyde®, e irrigados con hipoclorito de sodio al 5.25%, los conductos fueron secados con puntas de papel Protaper® F3, la obturación se realizó con las diferentes técnicas de obturación (termoplastificada sistema Obtura II® y condensación lateral como principal apical Pro-Taper F3 y conos accesorios 20) como medios cementantes Guttaflow® y Top-Seal®, el grupo control fue obturado con la técnica de condensación lateral sin cemento sellador, se tomaron radiografías de control. Los dientes fueron distribuidos aleatoriamente en 5 grupos:

Grupo 1: 32 dientes obturados con técnica de condensación lateral y como medio cementante Guttaflow®.

Grupo 2: 32 dientes obturados con gutapercha termoplastificada y como medio cementante Guttaflow®.

Grupo 3: 32 dientes obturados con técnica de condensación lateral y como medio cementante Top-Seal®.

Grupo 4: 32 dientes obturados con gutapercha termoplastificada y como medio cementante cemento Top-Seal®.

Grupo 5: control positivo. 16 dientes, para asegurar la fidelidad de los resultados, fue instrumentado de igual forma que los experimentales, sin embargo fue obturado con técnica de condensación lateral sin cemento sellador.

Las variables de estudio fueron: la microfiltración, tipo de cementante y el tiempo.

Evaluación de la microfiltración por penetración del tinte:

Todas las raíces fueron aisladas externamente con una doble capa de barniz dejando libre solo los 3 mm apicales y una capa de cianocrilato en la porción coronal para evitar filtración del tinte desde cervical.

PROCEDIMIENTO EN EL LABORATORIO

Inmersión en azul de metileno

Los dientes fueron inmersos en tinte de cloruro de metiltiunium (azul de metileno al 0.2%) en frascos individuales rotulados.(Fig 1)

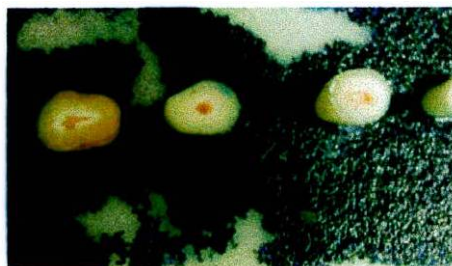


Figura 1. Inmersión en azul de metileno a 37°C

Para evaluar la microfiltración por penetración del tinte, de cada grupo se analizaron 8 dientes a las 24h, 15,30 y 45 días, por estos periodos de tiempo los dientes fueron incubados a 37°C en 100% de humedad.

Inclusión en resina epóxica y Observación bajo el estéreo microscopio

El primer grupo (24 horas) fue incluido en resina epóxica para realizar los cortes longitudinales con el Isomet (micrótopo) y discos de diamante (Figura 2) con el fin de observar la penetración del tinte y calcular las medidas bajo el estéreo microscopio (Leica 2000) con aumento de 20X tomada con una cámara Nikon, se repitió el mismo procedimiento con todos los grupos.

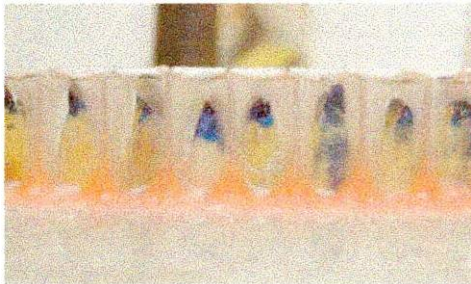


Figura 2. Inclusión en resina epóxica

Sobre cada fotografía se midió la penetración del tinte por medio de una rejilla milimetrada. (figura 3) Se tomo como referencia la medida estándar de 20X que es igual al aumento del lente del estéreo microscopio (Figura 4,5,6)



Figura 3. Lectura con el Estereomicroscopio



**Figura 4. Grupo 1 condensación Lateral -Guttaflow®
Medición a los 15 días filtración 2272 μ m**



**Figura 5. Grupo 4 Termoplastificada -Top Seal®
medición a los 30 días filtración 6093 μ m**

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los datos se tabularon en el programa Excel versión 2007, se procesaron en spss versión 16. Los datos se analizaron mediante ANOVA a una vía ($p \leq 0.05$)

IMPLICACIONES ETICAS

El riesgo del estudio de acuerdo a la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud es mínimo ya que la observación es sobre dientes extraídos por ortodoncia y enfermedad periodontal con el debido consentimiento informado del paciente.

RESULTADOS

Se realizó la prueba de bonferoni entre grupos, (Fig 7) comparando las dos técnicas de obturación y medios cementantes, en diferentes tiempos de observación en donde todos los grupos tienen una tendencia de aumentar la microfiltración hasta los 30 días y disminuir a los 45 días. El grupo control fue el que presentó mayor filtración en todos los periodos de observación.

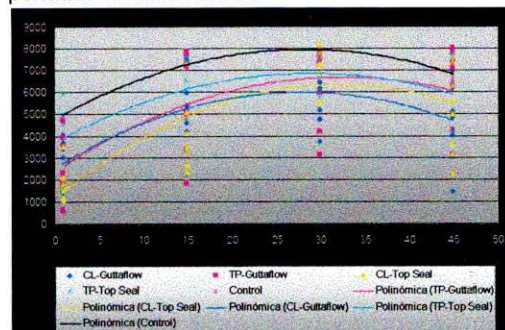


Figura 7. Comparación de medios cementantes según el tiempo de observación

Al comparar los valores promedio de la microfiltración (μm) a las 24 horas entre grupos se observa la menor filtración en el grupo 3 ($P=0.07$), seguido del grupo 2 ($P=0.068$), grupo 1 ($P=0.087$) y el de mayor filtración grupo 4 ($p=1.00$) sin diferencia estadísticamente significativa entre grupos y con el grupo control (Fig 8).

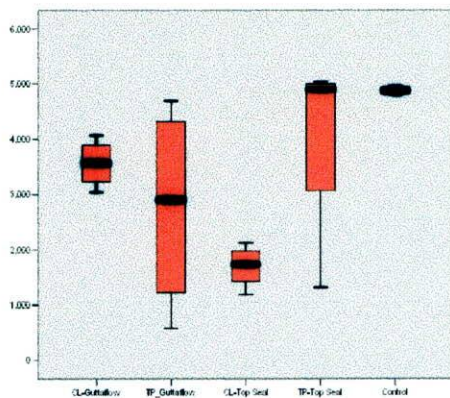


Fig 8. Comparación de valores promedio de la microfiltración (μm) a las 24 horas con diferentes materiales

A los 15 días (Fig. 9) al comparar los valores promedios de la microfiltración (μm) de menor a mayor el grupo que menos filtró fue Condensación Lateral- Top Seal® con diferencia estadísticamente significativa ($p=0.022$) en relación con el grupo control, seguido el grupo 1 ($p=0.093$), grupo 2 ($p=1.00$), grupo 3 ($p=1.00$) y grupo 4 ($p=1.00$) sin diferencia estadísticamente significativa.

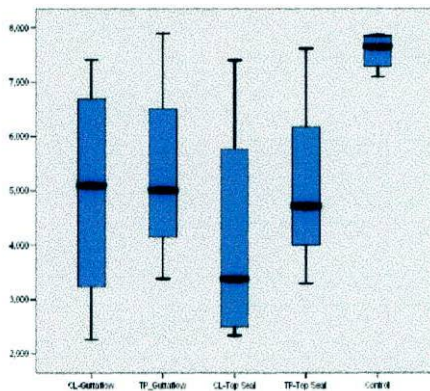


Fig 9. Comparación de valores promedio de la microfiltración (μm) a los 15 días con diferentes materiales

A los 30 días, al comparar los valores promedios de la microfiltración (μm) de menor a mayor el grupo que menos filtró fue El grupo 1 ($p=0.11$) seguido de los grupos 4,3,2 ($p=1.00$) sin diferencia estadísticamente significativa entre ellos y con el grupo control. (Fig. 10)

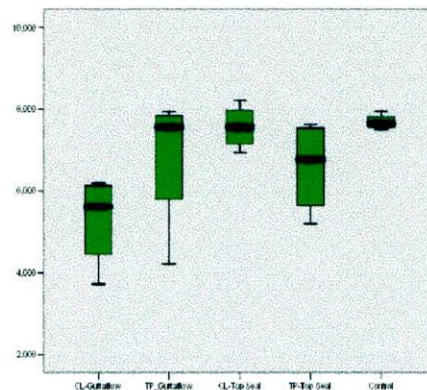


Fig 10. Comparación de valores promedio de la microfiltración (μm) a los 30 días con diferentes materiales

En la (Fig 11) a los 45 días, al comparar los valores promedios de la microfiltración (μm) de menor a mayor el grupo que menos filtró fue el Condensación Lateral- Guttaflow® ($p=0.71$) en relación con el grupo control, seguido de los grupos 4,3,2 ($p=n 1.00$) sin diferencia estadísticamente significativa).

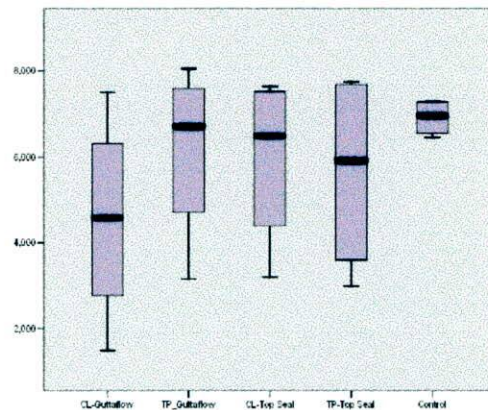


Fig 11. Comparación de valores promedio de la microfiltración (μm) a los 45 días con diferentes materiales

DISCUSION

Un sellado eficiente que no permita un intercambio entre el sistema de conductos radiculares, tanto de los fluidos orales como de los peri-radicales, continúa siendo un requisito para el éxito del tratamiento endodóntico. Es por esto, que la evaluación de materiales y técnicas filtración apical siempre será un área importante para la investigación endodóntica.

Hovland y Cols.1985, observaron que en la obturación del sistema de conducto radicular con gutapercha independientemente de la técnica utilizada, requiere el uso de un medio cementante para lograr un selle hermético, evitando la microfiliación que ocurre en la interfase de la dentina y el sellador, y/o entre la interfase del material sólido y el sellador, y/o a través del sellador o por la disolución del mismo. En los resultados de este estudio se observó que el grupo control obturado sin cemento sellador fue el que presentó mayor filtración en todos períodos de observación, confirmando así que el uso de cemento sellador es indispensable para evitar la microfiliación apical en la obturación del sistema del conducto radicular.

Kardon B, y col, 2002 demostraron que los cementos a base de resina proveen un mejor sellado que los demás. Los resultados obtenidos indican que la filtración con Top Seal® y la técnica de Condensación lateral y como único con gutapercha 0.04 fue menor que en los demás grupos, llegando a la misma conclusión del estudio realizado por Lucena-Martin y cols.2002 donde realizaron un estudio comparativo para determinar la filtración apical de 3 diferentes selladores (Endomethasone®, Top Seal® y Roeko Seal®).El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre los 3 selladores, siendo el cemento Top Seal® el que obtuvo la menor filtración.

En este estudio el cemento de Top Seal® fue el de mejor comportamiento cuando fue utilizado en la técnica de condensación lateral, presentando menor filtración a las 24 horas, 15 días y un comportamiento similar al grupo de condensación lateral y Guttaflow® a los 30 días y 45 días sin diferencia estadísticamente significativa entre estos. Camps y Cols 2003 observaron que los cementos a base de resinas muestran una marcada expansión inicial del 4-5%, manteniéndose estables luego de 4 semanas. En el presente estudio el Guttaflow® obtuvo mejor capacidad de selle a los 30 y 45 días comparándolo con el

Top Seal® probablemente por sus componentes a base de silicona (polivinilsiloxano). Estos resultados le dan al Guttaflow® una gran importancia como sellador con una buena capacidad de selle y biocompatibilidad demostrando que puede ser utilizado en dientes en conductos amplios y de forámenes apicales irregulares. Sin embargo el Top Seal® al ser utilizado con gutapercha termoplastificada, fue el de peor comportamiento siendo el que más filtro a las 24 horas, 15 días y 30 días, esto se puede explicar que los cementos a base de resina con la temperatura manejada con el sistema Obtura II supera los 200°C y puede inhibir su contracción natural causando un efecto de endurecimiento inmediato permitiendo una mayor microfiliación apical.

La técnica de Obturación termoplastificada requiere un cemento sellador que sea compatible como el Resilon® que presenta termoplasticidad atribuida al polímero de policaprolactano, éste posee una baja temperatura de transición (-62°C), una baja temperatura de fusión (60°C) y una alta temperatura de descomposición (350°C) con un amplio rango de temperaturas que permiten la extrusión y el modelado.

Chamorro y Cols.2006 Utilizaron el material Guttaflow® como sistema de obturación comparándolo con el sistema de obturación E&Q Plus®, debido a sus propiedades como la excelente fluidez, biocompatibilidad con los tejidos periradicales y una citotoxicidad aceptable, presentó menor filtración el sistema de obturación E&Q Plus®. De acuerdo a este resultado, en este estudio el Guttaflow® se utilizó como medio cementante con la técnica de condensación lateral y termoplastificada.

En la técnica de condensación lateral con Guttaflow® (silicona) fue el de mejor comportamiento a los 30 y 45 días, superando a la técnica de condensación lateral y Top Seal® (resina) sin diferencia estadísticamente significativa, coincidiendo con Kont y Cols 2002 quienes demostraron la capacidad de sellado del cemento Roeko Seal® (Silicona) en combinación con la técnica de condensación lateral donde ha dado mejor resultado a los 21 días frente al Ketac Endo® (ionómero de vidrio), AH26® (resina) y el Sultan® (óxido de zinc y eugenol) siendo este el que mayor filtración presentó.

En el grupo de la técnica termoplastificada y cemento sellador Guttaflow® (Silicona) presentó mayor filtración a los 45 días. Kont y

Pashley observaron que el Roeko Seal® (Silicona) en presencia del calor acorta su tiempo de trabajo, por lo que al utilizar sistemas como el Obtura II®, Thermafil®, Soft Core® o Ultrafil®, este tiempo se reduce a 3 minutos y con el System B® o Touch 'n Heat® (instrumentos que superan los 200°C) se puede endurecer de forma inmediata. No se adhiere químicamente a la dentina y no se debe utilizar en dientes temporales porque no se reabsorbe. Hasta la fecha, se desconoce la aparición de efectos secundarios.

CONCLUSION

Al utilizar el material Gutttaflow® como medio cementante este se comporta muy similar al cemento Top Seal® sin diferencia estadísticamente significativa. Por tal razón podría ser una alternativa como cemento sellador.

El cemento Top Seal® fue el cemento sellador que obtuvo los niveles más bajos de microfiltración en la técnica de condensación lateral y más altos en la técnica termoplastificada.

Al comparar el nivel de microfiltración apical en la técnica de condensación lateral independientemente del cemento sellador, los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que la técnica termoplastificada con los dos medios cementantes presentan mayor microfiltración apical.

El uso del cemento sellador es indispensable en la obturación del sistema de conductos radicular para disminuir la microfiltración apical y garantizando así un sello hermético. El grupo control fue el que más filtración presentó, con la misma tendencia de los otros materiales y con una diferencia estadísticamente significativa.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un estudio con materiales cementante a base de silicona y resina, con técnica termoplastificada evaluando la microfiltración apical teniendo en cuenta que los cementos a base de resina y silicona sufren cambios con el calor.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Yatsushiro, J.D., Baumgartner J.C., TINKLE J.S. Longitudinal study of the microleakage of two root-end filling materials using a fluid conductive system. *Journal of endodontics*. 1998; 24: 716-9
2. Siqueira J. Endodontic infections : Concepts , paradigms, and perspectives. *Oral Surg. Oral Med . Oral Pathol*. 2002;94(3):281-93.
3. Vertucci, Frank. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1984; 58:589-599.
4. Hovland EJ, Dumsha TC. Leakage evaluation in-vitro of the root canal sealer cement SealApex. *Int Endod J* 1985;18:179
5. T Schwarze G Leyhausen, W Geurtsen. Long term cytocompatibility of various endodontic sealers using a new root canal model. *J. Endod* 2002;28(11):749-53
6. Ostravik D, Nordahl I, Tiballs J. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dental Materials* 2001;17:512-19
7. Gilheany P, Figdor D, Tyas M. Apical dentin permeability and microleakage associated with root end resection and retrograde filling. *J. Endodon*. 1994; 24 (1): 22-26
8. Matloff IR, Jensen JR, Singer L, Tabibi A. A comparison of methods used in root canal sealability studies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1982 Feb;53(2):203-8
9. Torabinejad M, Rastegar AF, Kettering JD. Bacterial leakage of mineral Trioxide Aggregate as a root end filling material. *Journal of Endodontics*. 1995; 21: 109-112
10. Goldman M, Simmonds S, Rush R. The usefulness of dye penetration studies re-examined. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol* 1989;67:327-32.
11. Derkson GD, Pashley DH, Derkson ME. Microleakage measurement of selected restorative material: a new in vitro method. *J Prosthet Dent* 1986;56:435-40
12. Wu min-kai, Fan Bing, Wesselink P.R. Leakage along apical root fillings in curved root Canals. Part I: Effects of apical transportation on seal of root fillings. *J Endodon*. 2000 Abr;26(4):210-216.
13. Ingle Ji Y Backlund LK. 2002
14. Chamorro et al. Micro filtración apical de dos técnicas de obturación Gutttaflow®, E&Q Plus® en dientes unirradiculares bajo el Estereomicroscopio. 2006
15. Kardon B, Kuttler S, Hardigan P, Dom S. An in vitro evaluation the sealing ability of a new root-canal obturation system. *J Endodon* 2003;19(10):658-661.
16. Lucena-Martin C, Ferrer-Luque CM, Rodriguez MP, Robles-Gijon V, navajas-Rodriguez DE, Mondelo JM. A Comparative study of apical leakage of Endomethasone, TopSeal, and Roeko Seal

- sealer cements. J. Endod 2002, Jun 28(6);423-6
17. Camps J, About I. Cytotoxicity testing of endodontic sealers: a new method. J Endod, 2003; 29: 583-586
 18. Kont Cobankara F, Adanir N, Belli S, Pashley D.H. A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. Int Endod J 2002;35: 979-984.