

Filtración marginal de materiales de restauración provisoria durante el tratamiento endodóntico en premolares, ex vivo.

Marginal microfiltration of temporary restorative materials during endodontic treatment in premolars, ex vivo study.



Carlo Larrucea S. ¹



Ariam Quezada N. ¹



Jaime Abarca R. ¹



Héctor Monardes C. ¹

¹ Postgrado Endodoncia Universidad San Sebastián, Santiago, Chile.

RESUMEN

Introducción: Una vez terminado un tratamiento endodóntico, el diente queda restaurado con un material provisorio, sin embargo, existe poco consenso acerca de cuál sería el material ideal para dicha restauración, así como el tiempo que puede permanecer en boca, debido a varios factores que inciden en la pérdida de la integridad de esta obturación de carácter provisoria, entre varios, juega un rol preponderante la filtración marginal.

Material y Métodos: Para evaluar la filtración marginal durante un periodo de 1 mes, se realizaron cavidades ocluso-proximales estandarizadas en premolares humanos sanos, los cuales posteriormente fueron restaurados con diferentes materiales de obturación provisoria (Fermín, Óxido de Zinc y Eugenol, Ketak Molar y Vitremer). Las muestras se sometieron a un proceso de envejecimiento para posteriormente ser montadas en dispositivos para evaluar la filtración bacteriana durante 4 semanas utilizando una cepa de Enterococcus Faecalis.

Resultados: En todos los grupos hubo filtración bacteriana; siendo Vitremer el que menor cantidad presentó, existiendo diferencias estadísticamente significativas con Fermín y Óxido de Zinc y Eugenol ($p=0,05$).

Conclusión: Dentro de los materiales estudiados, solo Vitremer destaca por presentar mayor cantidad de días sin filtrar.

Palabras Clave: Filtración Bacteriana, Materiales de Restauración Provisoria.

ABSTRACT

Introduction: Once the endodontic treatment is finished, the teeth are restored with a provisional material, nevertheless, there is little-consensus about which is the ideal material or for how much time can that material remain in the oral cavity due to various factors that alter the integrity of this provisional restoration, where marginal filtration plays an important role.

Materials and Method: To evaluate marginal filtration over 1 month, occluso-proximal cavities were prepared in healthy human premolars, which were then restored with different provisional-restoration materials (Fermin, Zinc Oxide and Eugenol, Ketak Molar and Vitremer). The samples were submitted to an aging process and then were mounted in devices that allowed to evaluate bacterial filtration for 4 weeks using Enterococcus Faecalis.

Results: All the groups presented bacterial filtration; Vitremer was the most resisting material to filtration, existing statistically significant differences with Fermín and Zinc Oxide and Eugenol ($p=0,05$).

Conclusion: Between the materials in this study, only Vitremer presented a major quantity of days without filtering.

Key Words: Bacterial Filtration, Provisional Restoration Materials.

INTRODUCCIÓN

Las tres metas de un tratamiento endodóntico son: remover los irritantes del sistema de canales radiculares (limpieza y conformación), obturar de manera tridimensional el sistema de canales y finalmente prevenir la futura recontaminación de los canales ya sellados (1).

En odontología, la microfiltración se define como el paso de bacterias, fluidos o sustancias químicas entre el diente y el material de obturación (2). El concepto de que la filtración coronal tiene un efecto en el resultado del tratamiento endodóntico se conoce desde hace ya 90 años (1) y ya en las últimas décadas se ha aceptado como una de las causas de fracaso en terapias endodónticas (3).

Una restauración temporal debe mantener un sellado adecuado por un período de tiempo de dos a tres semanas (1,4). Hoy en día existen diversos productos disponibles en el mercado para las restauraciones coronales provisionales, existiendo materiales de diversas naturalezas, características y tiempo de duración, sin embargo, las metodologías utilizadas para realizar la obturación son muy criticadas y no se encuentran estandarizadas (5).

Los estudios de microfiltración con modelos in vitro se han llevado a cabo utilizando ciclos de termociclado y cargas oclusales a las muestras, lo que ha demostrado que afecta los resultados (6). Se ha señalado que el uso de bacterias para evaluar la filtración coronal presenta una mayor relevancia clínica y biológica que los métodos que utilizan tinciones (7), ya que basta con que una bacteria pase por un canal obturado para que se pueda multiplicar (8).

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evidenciar la microfiltración marginal de 4 materiales de restauración coronal provisional de diferente naturaleza, con el propósito de determinar el tiempo que son capaces de mantener un sellado cavitario adecuado con un método de filtración bacteriana.

MATERIALES Y MÉTODO

Se realizó un estudio experimental con una muestra por conveniencia de 84 premolares superiores e inferiores sanos, que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión: no presentar caries, restauraciones o tratamiento endodóntico previo; ausencia de cracks o defectos de estructura; extraídos por enfermedad periodontal o indicación de ortodoncia.

Los dientes fueron almacenados post-extracción en recipientes de vidrio con tapa, a temperatura ambiente por un periodo no superior a 120 días en una solución de cloruro de sodio al 9% (Apiroflex, Fresenius Kabi, Chile), la cual fue renovada semanalmente. Cada diente fue cuidadosamente limpiado con ultrasonido (Cavitron Bobcat Pro, Dentsply, USA.) (9,10).

Preparación de las Muestras:

En cada premolar se prepararon cavidades estandarizadas ocluso-proximales y los respectivos accesos endodónticos (Figuras 1-4).

Para el acceso endodóntico se utilizaron fresas Endoacces N° 1 y 2 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) para la eliminación del techo cameral y una fresa EndoZ (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) para conformar una cavidad de acceso con forma divergente hacia oclusal. La preparación se realizó con turbina (NSK Pana Max Plus, Japón) y abundante refrigeración.

Para la cavidad ocluso-proximal se utilizó una fresa cilíndrica de diamante grano fino 0,12 (Fava Metalúrgica, Brasil) para esmalte, con turbina y abundante refrigeración; y una fresa cilíndrica de carbide 0,12 (Fava Metalúrgica, Brasil) con micromotor (NSK, modelo Ex203, Japón) en dentina.

La medida de la cavidad oclusal fue de un largo mesio-distal equivalente a la distancia desde la cara mesial a la fosa distal. La profundidad y ancho vestibulo-lingual/palatino dependió del acceso endodóntico.

El cajón proximal se confeccionó con un ancho mesio-distal coincidente con el acceso endodóntico: ancho vestibulo-lingual de 3mm y el margen cervical de la preparación se ubicó a 1mm del límite amelo-cementario (LAC). Todas las medidas se realizaron con una sonda Carolina del Norte (Hu- Friedy, USA).

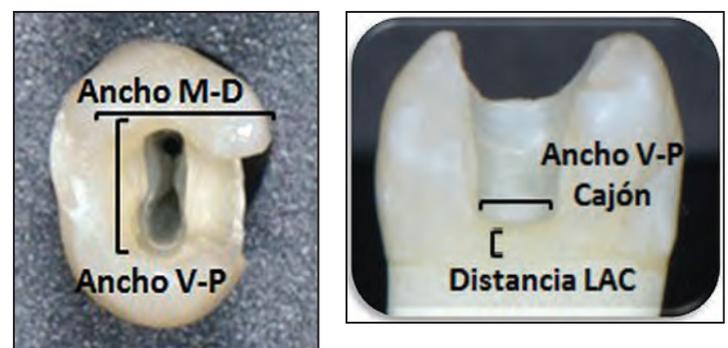
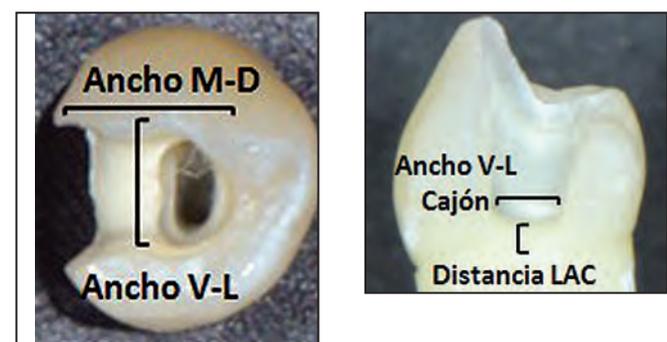


Figura 1 y 2. Medidas Cavidades Ocluso-mesiales en Premolares con 2 canales.



Figuras 3 y 4. Medidas Cavidades Ocluso-mesiales en Premolares con 1 canal.

Con el fin de disminuir la cantidad de materia orgánica dentro del canal, este fue instrumentado con fresas Gates Glidden N°1, 2 y 3 (Dentsply, Switzerland) en el tercio cervical y limas rotatorias recíprocantes Wave-One Primary (Dentsply, Switzerland) con motor endodóntico (X-Smart Plus, Dentsply, Switzerland) en el resto del canal. Durante la instrumentación se irrigó abundantemente con hipoclorito de sodio al 5% (Hertz, Chile), utilizando jeringas Monoject (Kendall, USA.) y aspirando la solución con puntas Surgery (Ultradent, Utah, USA.). Al mismo tiempo, se mantuvo la permeabilidad del canal con limas K #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland).

Una vez finalizada la limpieza y conformación de los canales, estos fueron irrigados con 5ml de una solución de EDTA al 17% (File-Eze Ultradent) para posteriormente ser lavados con una irrigación final de 3ml de hipoclorito de sodio al 5% y secados mediante motas de algodón y puntas de papel estéril (Diadent, Choonchong Buk Do, Korea) (11).

Durante toda su manipulación las muestras fueron almacenadas en un recipiente con una solución de cloruro de sodio al 9% para evitar su deshidratación (12).

Previo a realizar la restauración coronaria provisoria, los premolares se dividieron por muestreo aleatorio simple en 4 grupos experimentales con 20 muestras para cada material de obturación provisoria:

- Grupo 1 para Fermín (Detax, Ettlingen, Germany).
- Grupo 2 para Eugenato (Óxido de Zinc USP, Alfa Dental Ltda., Chile), (Eugenol, Hertz, Chile).
- Grupo 3 para Ketak Molar (3M ESPE, Germany).
- Grupo 4 para Vitremer (3M ESPE, USA.).
- Se utilizaron 2 dientes como control positivo restaurados con Composite Filtek Z-350 (3M, ESPE, USA) y 2 dientes como control negativo que no fueron restaurados para verificar la filtración bacteriana.

La restauración provisoria se realizó siguiendo las indicaciones del fabricante para cada material. En el caso de Ketak Molar y Vitremer, se consideró un doble sellado, aplicando Fermín en el acceso y posteriormente el Vidrio Ionómero correspondiente.

Las muestras fueron depositadas en un recipiente de vidrio con suero fisiológico y almacenadas en una incubadora a 37 ° C por 12 hrs para estabilizar el material.

Cada diente fue insertado por su porción radicular hasta 5mm del borde más apical del LAC; de forma vertical, en un cilindro de acrílico de autopolimerización (Marche, Chile) de 3cm de diámetro y 2,5cm de altura.

Envejecimiento de las Muestras:

Cada muestra fue sometida a un proceso de termociclado en agua destilada de 500 ciclos de 30 segundos, alternando la temperatura del agua

entre 5°C y 55°C, lo que corresponde a los valores extremos experimentados en la cavidad oral, con un intervalo de 5 segundos a temperatura ambiente (13).

Luego, los dientes fueron sometidos a 250 ciclos de cargas axiales de 10kgf, con una presión de 43psi y con un periodo de 1 segundo (carga 0,5 seg y descarga 0,5 seg) sobre la cúspide de soporte correspondiente, mediante una máquina de Carga Puntual, operada por presión y controlada mediante un manómetro (Master Pneumatic-Detroit, INC), (Departamento de Rehabilitación, Universidad de Talca), (Figura 5).



Figura 5. Cargas axiales puntuales sobre la cúspide de soporte de un premolar inferior.

Confección de las cámaras para determinar Filtración Bacteriana:

La porción coronal de cada diente fue cuidadosamente seccionada a 4mm del LAC con un disco de carburo (Dentorium, New York, USA.) y una pieza de mano (NSK, Japón). Sobre la superficie externa del diente se pincelaron dos capas de esmalte de uña transparente (Jordana, Los Angeles, USA.), excepto en la unión del diente con el material de restauración, esto, con el fin de prevenir la filtración bacteriana por otra zona que no fuera la interface diente/restauración provisoria (11).

Cada corona fue montada en dispositivos con dos cámaras, construidos de acuerdo al modelo de filtración bacteriana:

La cámara superior estuvo compuesta por un tubo Eppendorf (Biologix Research Company, USA) de 2mL con una tapa de sellado hermético, cortado en su extremo más delgado por donde se introdujo desde dentro la corona del diente, sobresaliendo su porción cervical hacia el exterior del tubo. La unión entre la raíz y el tubo fue sellada con silicona industrial (Sikaflex – 221, Sika Ireland Limited) (Figura 6). Se consideró un tiempo de 24 hrs para asegurar la estabilización de la silicona.

Para verificar el sellado entre el tubo Eppendorf y el diente se agregaron 2ml de agua bidestilada (Soquipra, Chillán, Chile) a la cámara superior. Si la cámara mostraba algún signo de filtración, se realizó nuevamente el montaje de la muestra.

La cámara inferior correspondía a un frasco de vidrio de mayor tamaño con tapa de sellado hermético, que contuvo la porción radicular del diente junto con el tubo Eppendorf.

A la tapa de la cámara inferior se le realizó un agujero con un fresón metálico por donde se introdujo el tubo Eppendorf y se fijó con adhesivo para PVC tradicional (Vinilit S.A. Santiago, Chile); se esperaron 2 hrs. para asegurar la estabilización del adhesivo. Por la tapa del tubo Eppendorf se introdujeron 2 agujas 21G (BD Precision Glide, Becton Dickinson, Curitiba, Brasil) para la entrada del caldo de cultivo con bacterias y, a la vez, la liberación de la presión para evitar romper el sellado del diente y la silicona (Figura 6).



Figura 6. Dispositivo diseñado para el modelo de filtración bacteriana. Cámara superior, donde se ubica la porción radicular del diente y la cámara inferior, donde se ubica la porción coronaria. Las uniones se encuentran selladas, siendo las agujas el único medio de comunicación con el exterior.

Todo el sistema de doble cámara de filtración bacteriana fue esterilizado por separado, utilizando óxido de etileno.

En un medio estéril, a la cámara superior se agregaron 0,5cc de un medio de cultivo con *Enterococcus Faecalis* (McFarland 5) (Laboratorio de Microbiología, Universidad San Sebastián). En la cámara inferior se introdujeron 5cc de un medio de cultivo estéril y posteriormente se cerró el dispositivo (Figura 7).



Figura 7. Modelo de cámaras de filtración bacteriana, cámara superior con medio de cultivo con bacterias y cámara inferior con medio de cultivo estéril.

Todo el procedimiento fue realizado por dos operadores y bajo parámetros estandarizados. Los dispositivos se almacenaron en una estufa de cultivo (Zhicheng, Shanghai China) a 37°C y se controlaron diariamente durante un tiempo de 4 semanas, con aporte de medio de cultivo fresco a la cámara superior cada 48 hrs.

La cámara inferior se observó diariamente a través de luz transversal con el fin de constatar la aparición de turbidez, lo cual indicaría la filtración de bacterias viables. Cada tubo que mostró signos de filtración bacteriana fue consignado en la Tabla 1 en el día en que presentó turbidez (12).

Tabla 1. Presencia de signos de filtración bacteriana en los diferentes grupos.

	Muestra	Días sin Filtrar	Muestra	Días sin Filtrar		Muestra	Días sin Filtrar	Muestra	Días sin Filtrar
F E R M Í N	1	1	11	1	E U G E N A T O	21	1	31	1
	2	1	12	1		22	1	32	1
	3	13	13	1		23	1	33	1
	4	1	14	1		24	1	34	1
	5	1	15	1		25	1	35	1
	6	1	16	1		26	1	36	1
	7	1	17	1		27	1	37	1
	8	1	18	1		28	13	38	1
	9	1	19	1		29	1	39	Descartada
	10	1	20	Descartada		30	1	40	Descartada
G3 K E T A K	41	4	51	1	G4 V I T R E M E R	61	12	71	32
	42	1	52	1		62	No filtró	72	1
	43	1	53	1		63	32	73	1
	44	32	54	12		64	1	74	32
	45	1	55	1		65	1	75	1
	46	1	56	12		66	32	76	5
	47	1	57	1		67	1	77	32
	48	1	58	1		68	12	78	1
	49	1	59	Descartada		69	32	79	Descartada
	50	1	60	Descartada		70	32	80	Descartada
Cont (+)	81	0			Cont (-)	83	No filtró		
	82	0				84	1		

RESULTADOS

En total se procesaron 76 muestras válidas (Tabla 1), las cuales se analizaron estadísticamente por el programa SPSS 22 (IBM SPSS Statistics 22). Los resultados obtenidos para los días sin presentar filtración de las muestras se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Estadísticos de tendencia central y medidas de dispersión

		Días sin filtrar					
		Mínimo	Máximo	Desviación		Mediana	Moda
				Media	Estándar		
Material	Eugenato	1,00	13,00	1,67	2,83	1,00	1,00
	Fermin	1,00	13,00	1,63	2,75	1,00	1,00
	Ketak	1,00	32,00	4,11	7,81	1,00	1,00
	Vitremer	1,00	32,00	16,22	14,90	12,00	32,00

Mediante el test de normalidad Kolmogorov-Smirnov se establece que, con un nivel de significancia de 0,05%, se determina que la distribución de los datos no se acerca a la normalidad. Con el fin de comparar los resultados obtenidos entre las muestras se realizó la prueba Kruskal Wallis para varias muestras independientes con el que se concluyó, con un nivel de significancia de 0,05, que existían diferencias estadísticamente significativas entre las muestras.

Se realizaron 6 comparaciones de rango promedio a través del test U de Mann Whitney para dos muestras independientes, con la corrección de Bonferroni, con el objeto de distinguir entre qué grupos existen diferencias estadísticamente significativas (Tablas 3-8).

Tablas 3 - 8. Test U de Mann Whitney para determinar entre qué grupos existen diferencias estadísticamente significativas

Tabla 3. Fermin - Eugenato		Tabla 4. Fermin - Ketak		Tabla 5. Fermin - Vitremer	
Estadísticos de contraste ^a		Estadísticos de contraste ^a		Estadísticos de contraste ^a	
	días sin filtrar		días sin filtrar		días sin filtrar
U de Mann-Whitney	170,500	U de Mann-Whitney	143,000	U de Mann-Whitney	73,000
W de Wilcoxon	360,500	W de Wilcoxon	333,000	W de Wilcoxon	263,000
Z	-,039	Z	-1,432	Z	-3,607
Sig. asintót. (bilateral)	,969	Sig. asintót. (bilateral)	,152	Sig. asintót. (bilateral)	,000
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,988 ^b	Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,408 ^b	Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,002 ^b
a. Variable de agrupación: Material		a. Variable de agrupación: Material		a. Variable de agrupación: Material	
b. No corregidos para los empates.		b. No corregidos para los empates.		b. No corregidos para los empates.	
Tabla 6. Eugenato - Ketak		Tabla 7. Eugenato - Vitremer		Tabla 8. Ketak - Vitremer	
Estadísticos de contraste ^a		Estadísticos de contraste ^a		Estadísticos de contraste ^a	
	días sin filtrar		días sin filtrar		días sin filtrar
U de Mann-Whitney	136,000	U de Mann-Whitney	69,500	U de Mann-Whitney	88,000
W de Wilcoxon	307,000	W de Wilcoxon	240,500	W de Wilcoxon	259,000
Z	-1,368	Z	-3,515	Z	-2,642
Sig. asintót. (bilateral)	,171	Sig. asintót. (bilateral)	,000	Sig. asintót. (bilateral)	,008
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,424 ^b	Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,003 ^b	Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,019 ^b
a. Variable de agrupación: Material		a. Variable de agrupación: Material		a. Variable de agrupación: Material	
b. No corregidos para los empates.		b. No corregidos para los empates.		b. No corregidos para los empates.	

DISCUSIÓN

Aunque es lo más cercano a la realidad, los resultados de estudios en laboratorio no siempre pueden ser extrapolados a situaciones clínicas y el gran problema que presentan es que sus metodologías no se encuentran estandarizadas, lo que hace difícil comparar los resultados, aun cuando las muestras son similares (5). Los estudios con bacterias tienen la ventaja que permiten evaluar las muestras en el tiempo y analizarlas en intervalos espe-

cíficos mientras que se preserva la muestra. Sin embargo, son considerados modelos estáticos que no simulan condiciones clínicas a la perfección y requieren un largo periodo de observación (14).

El termociclado resulta útil para evaluar la influencia del stress térmico en la fuerza de unión de los materiales dentales, por medio de los cambios de temperatura, en situaciones in vitro, se puede evaluar el impacto de los diferentes coeficientes de expansión térmica de los materiales (15).

Respecto a los ciclos de cargas oclusales, se afirma que la resistencia de un diente disminuye de manera proporcional a la cantidad de tejido dentario removido, en dientes restaurados el eslabón más débil es la interface diente/restauración (16). En este estudio, además del acceso endodóntico, se realizó una cavidad proximal, donde el rodete marginal, al presentar un espesor de esmalte mayor a otras áreas, es considerado un factor determinante en el debilitamiento del diente (17). Cruz et al. concluyeron que los procedimientos de termociclado parecen afectar la habilidad de sellado de ciertos tipos de materiales de restauración coronal provisoria en endodoncia, mientras que los ciclos de carga no lo hacían (18).

En este estudio con el método de filtración bacteriana, existen diferencias estadísticamente significativas entre Fermín y Vitremer ($\text{sig} < 0,008$) (Tabla 5), así como también entre Eugenato y Vitremer ($\text{sig} < 0,008$) (Tabla 7). Se evidenció que luego de haber sometido las muestras a ciclos de carga y temperatura equivalentes a 2 semanas aproximadamente la gran mayoría de las muestras de Fermín y Oxido de Zinc y Eugenol filtró en 1 día, presentando promedios de $1,63(\pm 2,75)$ y $1,67(\pm 2,83)$ días respectivamente (Tabla 2).

En un estudio realizado por Duarte y colaboradores se compararon Vitremer y Ketak entre otros, como materiales de sellado provisório, utilizando el método con tinta india, ningún material impidió la filtración por más de 30 días y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tiempos de filtrado (10). En el presente estudio, Ketak molar presentó promedio de $4,11(\pm 7,81)$ días sin presentar signos de filtración bacteriana (Tabla 2). Para el caso de Vitremer, este obtuvo los mejores resultados entre los materiales con promedio de días sin filtrar de $16,2(\pm 14,9)$ (Tabla 2). Los resultados pueden deberse a la mayor resistencia mecánica que tienen estos últimos materiales y la unión química al diente en comparación con Fermín y Eugenato.

CONCLUSIÓN

En base a los resultados observados, la gran mayoría de las muestras obturadas con Fermín o Eugenato presentaron signos de filtración bacteriana en 1 día, no cumpliendo los requisitos necesarios de una obturación provisoria. Los materiales de vidrioionómero presentaron mayor cantidad de días sin filtrar siendo Vitremer el que presentó resultados estadísticamente significativos en comparación a Fermín y Eugenato. Por lo tanto, lo más apropiado sería realizar un doble sellado con un material no ionómero como Fermín y posteriormente

un ionómero, de preferencia fotopolimerizable como Vitremer, para prevenir el paso de bacterias hacia el canal radicular en tratamientos endodónticos.

Autor de correspondencia:

Carlo Larrucea S.

Recibido : 13/12/2018

Aceptado: 07/01/2019

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Association of Endodontists. Coronal leakage. Clinical and biological implications in endodontic success. 2002.
2. Castillo E, Rangel O, Luna C, Oliver R. Coronal microleakage in single root using three intraorifice barrier materials. *Oral*. 2011;39.
3. Shindo K, Kakuma Y, Ishikawa H, Kobayashi C, Suda H. The influence of orifice sealing with various filling materials on coronal leakage. *Dent Mater J*. 2004; 23(3):419-423.
4. Suehara M, Suzuki S, Nakagawa K. Evaluation of wear and subsequent dye penetration of endodontic temporary restorative materials. *Dent Mater J*. 2006; 25(2):199-204.
5. Moreira D, Sampaio M. Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. *J Oral Sci*. 2006; 48(3): 93-98.
6. Kirsky R. An "in vitro" study comparing the microleakage of four temporary sealing cements used in endodontics. 1996.
7. Timpawat S, Amornchat C, Trisuwan W. Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. *J Endod*. 2001; 27:36-39.
8. Britto L, Grimaudo N, Vertucci F. Coronal microleakage assessed by polymicrobial markers. *J Contemp Dent Pract*. 2003; 4:1-10.
9. Aminozarbian M, Feizianfard M, Karimi M. Sealing ability of three temporary filling materials in endodontically-treated teeth. *Int Endod J*. 2009; 4(1).
10. Duarte P, Vianna J, Sponchado E, Franco A, Robert L. Evaluation of marginal microleakage of different temporary restorative materials in endodontics. *Contemp Clin Dent*. 2013; 4:472-475.
11. De-Deus G, Murad C, Paciornik S, Reis CM, Coutinho-Filho T. The effect of the canal filled area on the bacterial leakage of oval shaped canals. *Int Endod J*. 2007; 41:183-190.
12. Monardes H, Abarca J, Castro P. Microfiltración Apical de dos Cementos Selladores. Un Estudio in vitro. *Int. J. Odontostomat*. 2014; 8(3):393-398.
13. Shahi S, Samiei M, Rahimi S, Nezami H. In vitro comparison of dye penetration through four temporary restorative materials. *Iran Endod J*. 2010; 5:59-63.
14. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A, Abad EC, Castro AJR, Gahyva SM. Bacterial leakage in coronally unsealed root Canals obturated with 3 different techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol and Endod*. 2000; 90:647-650.
15. Korkmaz Y, Gurgan S, Firat F, Nathanson D. Effect of adhesives and thermocycling on the shear bond strength of a nano-composite to coronal and root dentin. *Oper Dent*. 2010; 35(5):522-529.
16. Yoshio W, Oliveira F, Di Hipólito V, Pires F, Perlati P. Fracture resistance of teeth restored with different resin-based restorative systems. *Braz Oral Res*. 2012; 26(3):275-281.
17. Palamara J, Palamara D, Messer H. Strains in the marginal ridge during occlusal loading. *Aust Dent J*. 2002; 47(3):218-222.
18. Cruz E, Shigetani Y, Ishikawa K, Kota K, Iwaku M, Goodis H. A laboratory study of coronal microleakage using four temporary restorative materials. *Int Endod J*. 2002; 35:312-320.