

1. Tecnología dental -- Laboratorio -- Técnicas y procedimientos -- Tesis y disertaciones académicas
2. Materiales dentales
3. Adhesivos dentales

d. Autera	
04-08-02	
U.D. AED 2004	03029

Estudio comparativo de filtración apical entre la técnica de compactación lateral y técnica de obturación con System B

Ponce B. A^{*}, Izquierdo C. J. C^{**}

^{*} Estudiante de quinto año Universidad San Francisco de Quito.

^{**} Profesor titular de la cátedra de Endodoncia, Universidad San Francisco de Quito

Resumen

Objetivo El propósito de este estudio fue comparar el grado de filtración apical entre la técnica de compactación lateral en frío y la técnica de obturación con System B®.

Metodología Se utilizaron 30 dientes humanos extraídos a los que se les cortó la corona en la unión amelodentinaria. Se los instrumentó con una técnica rotatoria con Protaper®. Se los dividió en 4 grupos. Grupo 1: formado por 10 dientes que fueron obturados con System B®. Grupo 2: conformado por 10 dientes obturados con técnica de compactación lateral en frío, Grupo 3: formado por 5 dientes los cuales fueron utilizados como control negativo y Grupo 4: constituido por 5 dientes que fueron utilizados como control positivo. Se los dejó en tinta china por 5 días, se los lavó y se los diafanizó. Los dientes fueron observados en un fotomicroscopio a un aumentó de 5 X. Se midió la filtración apical en forma lineal.

Resultados Se encontró diferencia estadísticamente significativa en el grado de filtración apical entre la técnica de compactación lateral en frío y la técnica de obturación con System B. La técnica de condensación lateral en frío filtró en mayor cantidad que la técnica de compactación con System B.

Conclusiones Se concluye que la técnica de compactación vertical con system B produce un mejor sellado apical, ya que

ésta contiene una mayor cantidad de gutapercha dentro del conducto y con esto evita en gran medida una mayor filtración apical.

Abstract

Objectives The aim of this study was to compare the apical leakage between lateral condensation and vertical compactation with System B.

Methodology Thirty extracted human teeth were used. The crown was cut at the cemento-enamel junction. They were prepared with a rotatory technique with ProTaper® Instruments. They were divided in 4 groups. Group 1: was formed by 10 teeth that were obturated with System B® technique, Group2: formed by 10 teeth which were obturated with lateral condensation, Group 3: conformed by 5 teeth that were used as negative control and Group 4: formed by 5 teeth that were used as negative control. All groups were left in Indian ink for five days. Then they were washed and they went thru a clearing process. The teeth were observed in a fotomicroscopy at 5x magnification. Linear ink penetration was measure

Conclusions It can be concluded that vertical compactation with system B has better apical seal, because its content is form primarily of gutta-percha.

Palabras claves: filtración apical, sellado apical, obturación, System B®, técnica de compactación lateral en frío.

Introducción

Manocci y cols, demostraron que la filtración entre el material de obturación y las paredes del conducto radicular afectan de forma negativa el éxito del tratamiento endodóncico. (1)

Por esta razón, Nguyen mencionó que dentro de los objetivos de la obturación de los conductos radiculares se debe lograr un sellado apical y se debe llenar el conducto radicular en toda su extensión con un material inerte. (1)

Históricamente, el Estudio de Washington realizado por Dow & Ingle en 1955, en donde se evaluó los éxitos y fracasos endodóncicos, sugiere que la percolación de exudado periradicular hacia el conducto incompletamente obturado es la principal causa de fracaso de los tratamientos. Cerca del 60% de los tratamientos fracasados se debieron a la obliteración incompleta del espacio radicular. (2) Sjogren y cols. reportaron que un inadecuado sellado apical puede causar que la patología pulpar o periapical continúe y no repare como se esperaba. (3)

En 1912 el Dr. Prinz en una exposición ante la St. Louis Dental Society afirmó: "si no se obtura bien el conducto, el suero se filtrará hacia los tejidos apicales, éste proporciona nutriente para los microorganismos que se encuentran en los túbulos de un conducto radicular con infección primaria." Ésta es la causa principal de inflamación periapical persistente y de fracasos endodóncicos. (2)

El uso de tinciones para determinar el sellado apical in Vitro es frecuentemente utilizado, en las últimas décadas se han utilizado colorantes, radioisótopos, bacterias y sus metabolitos. Pero el método más utilizado es la tinción por su facilidad, sensibilidad y conveniencia. La penetración de la tintura indica el espacio que queda entre la pared del conducto y el material obturador (4).

Schilder en 1967 afirmó que la obturación debe rellenar de forma tridimensional el conducto radicular. Al no rellenar los conductos en tres dimensiones se formarán espacios tanto apical como coronal o internamente dentro de la masa de

gutapercha, produciendo vías de filtración, que favorecerán el crecimiento bacteriano o la reinfección. (5)

Schilder (1967) difundió el uso de gutapercha caliente en el conducto y compactada en sentido vertical, de esta manera el sellado tridimensional mejora y se elimina posibles vías de microfiltración. Basado en esta técnica Buchanan (1996) desarrolló un nuevo método de compactación vertical con gutapercha caliente al que lo llamo "condensación por onda continua". Las ventajas de esta técnica pueden ser logradas con el uso de un aparato llamado System B® (EIE/Analytic Technology, Orange, CA,USA). Con éste se transmite calor de forma controlada y precisa a la gutapercha que esta dentro del conducto. (6).

La técnica de compactación lateral en frío es la técnica más utilizada por su eficacia comprobada, sencillez, control del límite apical de la obturación y el uso de un instrumental simple. Esta técnica ha sido utilizada por mucho tiempo y ha sido el patrón con el que se comparan otras técnicas. (2, 5)

El objetivo de este estudio fue comparar el grado de filtración apical existente entre la técnica de compactación vertical con System B® y la técnica compactación lateral en frío, por ser dos técnicas frecuentemente utilizadas y muy reconocidas.

Materiales y Métodos:

Dientes

En este estudio longitudinal, experimental, comparativo, se utilizaron 30 dientes uniradiculares con los ápices completamente formados y con raíces que tengan angulaciones entre 10 y 20° según la técnica de Schneider (1971) Se limpiaron las raíces con curetas periodontales (Aesculap, Alemania) y se los colocó en solución de hipoclorito de sodio al 5.25% por 24 horas. Después se los colocó en solución de NaCl al 0.9% para hidratarlos hasta la realización

del experimento. Se cortaron las coronas a nivel de la unión amelocementaria con discos de diamante (Miltext, Alemania) a baja velocidad.

Instrumentación

Una vez removida la corona se determinaron las longitudes de trabajo, insertando una lima K #10 (Maillefer-Dentsply, Ballaigues, Suiza) hasta sobrepasar el foramen apical 1 mm, luego se retiró 1 mm hasta que la lima ya no fue visible. Los dientes fueron instrumentados con una técnica de instrumentación mecánico rotatoria con un sistema de limas de Níquel Titanio ProTaper® (Maillefer-Dentsply, Ballaigues, Suiza), mismas que fueron activadas con un motor eléctrico de bajo torque ATR Teknika (Maillefer-Dentsply, Ballaigues, Suiza) a torque y velocidad determinadas automáticamente por el mismo. Los conductos fueron irrigados con hipoclorito de sodio al 5.25% entre el uso de cada lima. Para remover el barrillo dentinario utilizó ácido etileno diamino tetraacético (EDTA) al 15% (Glyde, Maillefer-Dentsply, Ballaigues, Suiza). Se descartaron las limas después de usarlas en 10 ocasiones según las indicaciones del fabricante.

Una vez terminada la instrumentación se deshidrataron los conductos radiculares con alcohol al 70% por un minuto.

Se dividieron los dientes randomizadamente en cuatro grupos. El grupo 1 formado por 10 dientes los cuales fueron obturados con técnica de compactación con System B. El grupo 2 formado por 10 dientes mismos que fueron obturados con técnica de compactación lateral en frío. El grupo 3, constituido por 5 dientes, los cuales formaron el control negativo. El grupo 4, constituido por 5 dientes, que fueron utilizados como control positivo.

Obturación

Todos los dientes utilizados en el estudio fueron obturados con pasta de obturación

Topseal (Maillefer-Dentsply, Ballaigues, Suiza).

En el grupo 1: La técnica de compactación vertical con System B (EIE/Analytic Technology, Orange, CA, USA) se seleccionó un cono M no estandarizado (Maillefer-Dentsply, Ballaigues, Suiza) se utilizó un calibrador de puntas (Maillefer-Dentsply, Ballaigues, Suiza) con el que se cortó la punta de gutapercha con un bisturí de acuerdo a la última instrumento apical (UIA) que se utilizó. El compactador eléctrico utilizado se lo eligió de acuerdo al mismo cono maestro no estandarizado que se utilizó. También se utilizaron compactadores de Schilder (Maillefer-Dentsply, Ballaigues, Suiza) para la compactación vertical. El calor fue transmitido a 200°C por 1 minuto, según las indicaciones del fabricante.

En los dientes que conformaban el grupo 2 se realizó compactación lateral en frío, utilizando un cono #35 como cono principal y conos accesorios conos MF (Maillefer-Dentsply, Ballaigues, Suiza). Se utilizó un espaciador #25. (Maillefer-Dentsply, Ballaigues, Suiza).

Para comprobar que la dimensión de la obturación y la compactación se realizaron correctamente se tomaron radiografías periapicales de cada diente.

Los dientes fueron cubiertos con esmalte de uñas (Revlon) hasta 5 mm del ápice. Se colocaron 2 capas esperando 2 horas entre cada aplicación.

Controles

El Grupo 3 fue utilizado como control negativo, conformado por 5 dientes preparados, obturados con técnica de compactación lateral en frío, y cubiertos totalmente hasta el tercio apical con esmalte de uñas.

El grupo 4 sirvió como control positivo, formado 5 dientes preparados sin obturar que fueron cubiertos hasta los últimos 5 mm antes de el limite apical con esmalte de uñas. (7)(8)(4)

A todos los dientes se los dejó por cinco días a 37°C en tinta china (Pelikan) (7).Se

lavaron por 5 minutos en agua se los dejó secar a temperatura ambiente. Se los removió el esmalte de uñas con un cureta periodontal (Aesculap, Alemania).

Diapanización

A los dientes se los diapanizó según el método descrito por Hosoya: (3) se utilizó en ácido nítrico al 5%, alcohol 80%, alcohol 90%, alcohol 100%, Salicilato de Metilo para completar el proceso de diapanización.

Medición

Una vez transparentados los dientes, se procedió a medir el nivel de filtración apical en un fotomicroscopio (Carl Zeiss MC 80, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Medicina) con un aumento de 5X. El grado de filtración se lo midió en el microscopio, misma que fue determinada de forma lineal. Una vez recopilados los datos, éstos fueron sometidos a un análisis de Varianza ANOVA

para determinar si existieron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes grupos, el análisis estadístico fue realizado con el programa SPSS (4) (9) (7)

Resultados

Después de la recopilación y el análisis estadístico de los datos se demostró que si existe diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimentales.

La prueba de hipótesis sobre la igualdad en el nivel medio del grado de filtración apical entre las técnicas de compactación vertical y lateral. El valor del estadístico F (proporción de Fisher) es de 4.786, el cual se encuentra por encima del valor crítico 4.41 correspondiente a un nivel de confianza (sig) del 95%. De esta manera, se rechaza la hipótesis de que el grado filtración entre los dos grupos es el mismo. **Tabla 1.**

Tabla 1. Comparación entre la técnica de condensación lateral y vertical ANOVA: análisis de varianza

	Suma de cuadrados	Df	Cuadrados medios	F	Sig.
Entre grupos	11,250	1	11,250	4,786	,042
Dentro de los grupos	42,312	18	2,351		
Total	53,562	19			

Fuente: directa

Suma de cuadrados: Suma de cuadrados de los errores Df: grados de libertad Media cuadrada: suma ponderada de los errores al cuadrado F: proporción de Fisher Sig: significancia

Tabla 2. Estadísticas descriptivas

	N	\bar{X}	δ	Error estándar	95% de confianza para el intervalo de la media	Mínimo	Máximo
					Limite bajo	Limite alto	
Lateral	10	1,7200	2,09910	,66379	,2184	3,2216	,00 6,20
Vertical	10	,2200	,54324	,17179	-,1686	,6086	,00 1,70
Control +	5	5,0200	2,43557	1,08922	1,9958	8,0442	1,70 7,50
Control -	5	,0200	,04472	,02000	-,0355	,0755	,00 ,10
Total	30	1,4867	2,31796	,42320	,6211	2,3522	,00 7,50

Fuente: directa

N: población, \bar{X} : media, δ desviación estándar,

Se observa que la dispersión de los datos en las técnicas vertical y control negativo es mucho menor que en la técnica de compactación lateral y el control positivo, lo establece un intervalo de confianza de menor tamaño para dichas técnicas. **Tabla 2.**

La **Tabla 3** demuestra la comparación entre los 4 grupos experimentales, en donde se corrobora que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la técnica lateral, la compactación con System B y los

grupos control (en la comparación con el control - usando un 90% de confianza). No se puede establecer que la técnica con System B y el control negativo son estadísticamente distintos. Con respecto al control positivo se puede rechazar la hipótesis de que éste y la técnica con System B y compactación lateral son estadísticamente similares. Evidentemente entre controles positivos y negativo se puede rechazar la hipótesis de igualdad de medias.

Tabla 3. Comparación entre los cuatro grupos experimentales.
ANOVA: análisis de varianza

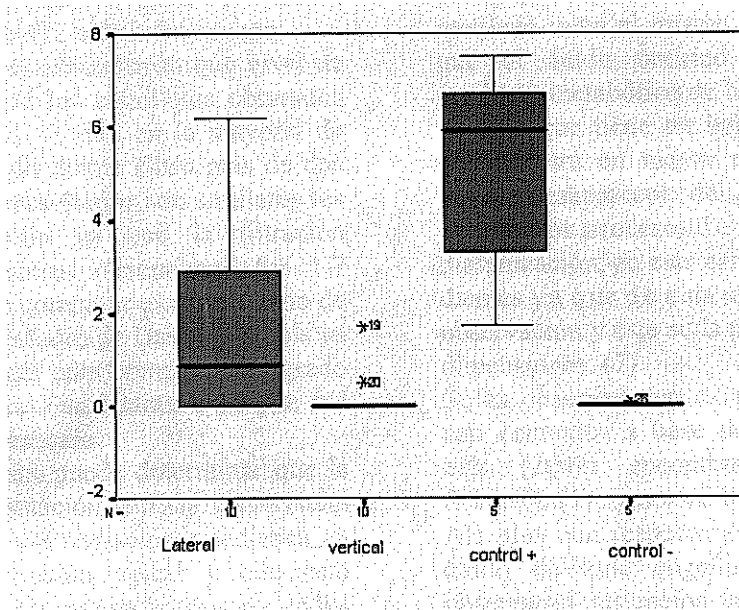
(I)	(J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Significancia	95% intervalo de confianza	Limite bajo	Limite alto
TÉCNICA Lateral	TECNICA System B	1,5000	,71278	,045	,0349		2,9651
	Control +	-3,3000	,87298	,001	-5,0944		-1,5056
	Control -	1,7000	,87298	,062	-,0944		3,4944
Vertical	Lateral	-1,5000	,71278	,045	-2,9651		-,0349
	Control +	-4,8000	,87298	,000	-6,5944		-3,0056
	Control -	,2000	,87298	,821	-1,5944		1,9944
Control +	Lateral	3,3000	,87298	,001	1,5056		5,0944
	System B	4,8000	,87298	,000	3,0056		6,5944
	Control -	5,0000	1,00803	,000	2,9280		7,0720
Control -	Lateral	-1,7000	,87298	,062	-3,4944		,0944
	System B	-,2000	,87298	,821	-1,9944		1,5944
	Control +	-5,0000	1,00803	,000	-7,0720		-2,9280

Fuente: directa

A pesar de que la técnica de compactación lateral filtró más que la técnica con System B en este estudio, no llega a filtrar en la misma cantidad que el control positivo. Además se demuestra que también en esta técnica algunas muestras no filtraron en

absoluto. Se observa la similitud entre el control negativo y la técnica de compactación vertical con system B. **Gráfico 1**

Gráfico 1: Distribución de valores para los distintos grados de filtración apical en los grupos experimentales.



Fuente: directa

Discusión

El objetivo de este estudio fue comparar el grado de filtración apical entre la técnica de compactación lateral en frío y la técnica de obturación con System B.

En este estudio se encontró diferencia estadísticamente significativa en la filtración apical de conductos radiculares obturados con técnica de compactación lateral y técnica de obturación con System B. Gilhooly y cols. (10), reportan una metodología similar al presente trabajo, mismos que, determinaron que la filtración apical media de los conductos obturados con compactación lateral fue de 1.3 mm, que se encuentra cercana a la media de nuestra obtenida en este

estudio que fue de 1.72 mm, mientras en otro reporte de investigación realizada por Abarca y cols. encontraron una filtración apical de 0.77 mm, para la técnica de compactación lateral realizada en primeros molares mandibulares. Schäfer y cols. encontraron una filtración media de 1.03 mm en dientes obturados con técnica de compactación lateral en frío y con pasta de obturación AHplus que tiene los mismos componentes que Topseal utilizado en este estudio. (7)

En los estudios comparativos de filtración apical entre técnica de compactación lateral con otras técnicas, se han encontrado resultados inconsistentes, en algunos estudios la técnica de compactación lateral es mejor (11) que otras técnica mientras en ciertos estudios esta técnica es igual (12) y otros ésta

es inferior que otras técnicas de obturación. (13), (14). Estos resultados defieren en gran magnitud, por las diversas metodologías aplicadas (14).

Pommel y cols, encontraron que la filtración apical en conductos obturados con compactación lateral aumenta después de un mes del tratamiento. (14) Esto se debe a que en ésta técnica se utiliza mayor cantidad de cemento obturador y este tiende a contraerse y disolverse con el tiempo. (15) Yared y cols, determinaron que con las obturaciones realizadas con System B existe un menor cambio dimensional a través del tiempo.

Davalou y cols (6) encontraron que nivel de filtración apical en los conductos obturados con System B fue 1 mm en la mayoría de conductos y ningún diente filtro más de dos milímetros, estos resultados son similares los de nuestro estudio ya que la filtración máxima que nosotros observamos fue 1.7 mm. No se puede comparar el nivel medio de filtración con el estudio de Davalou y cols ya que su metodología para comprobar el grado de filtración apical fue distinta a la que fue realizada en este estudio.

De este estudio se puede determinar que la técnica de compactación vertical con System B® presenta menor variación estadística en el grado de filtración apical y con esto podemos determinar que en la mayoría de los casos, el grado de filtración es menor con esta técnica.

Seltzer y cols (1967) determinaron que la obturación de las irregularidades anatómicas como conductos laterales y accesorios pueden ser importantes en el éxito del tratamiento endodóncico. Weine (1984) reportó, que en retratamientos de conductos radiculares por obturación incompleta de conductos laterales se obtuvo éxito al obturar estos conductos accesorios. A pesar de que un buen sellado apical es indispensable para que un tratamiento de conductos sea exitoso, éste no es suficiente para asegurar éxito en los tratamientos endodóncicos (6) En este estudio, se observa que las obturaciones con system B sellaban conductos laterales y aberrantes, por esta razón existió un grado de filtración significativamente menor con esta técnica. Schilder (1967) afirmó que el

conducto radicular debe ser rellenado casi en su totalidad con gutapercha de esta manera se disminuirá la filtración apical. Los conductos radiculares obturados con system B contienen más de 90% de gutapercha.

En este estudio se utilizó tinta china ya que el tamaño de la partícula de la marca que se utilizó (Pelikan) es igual o menor que 3 μm , este colorante puede penetrar en filtros para bacterias de 0,22 μm , (17) (7) por esta razón si la tinta china penetra en los espacios dejados en la obturación, las bacterias pueden penetrar por éstos. Se conoce que el azul de metileno tiene el mismo tamaño de partícula que el ácido butírico (18)(7) que es un producto metabólico de las bacterias, también se sabe que tiene un bajo peso molecular y que penetra en mayor magnitud. Pero este puede desaparecer del conducto radicular durante los procesos de desmineralización y diafanización, en este estudio se diafanizó los dientes y a que de esta manera se facilita su observación y esta se la puede realizar en tres dimensiones. (7)

Se ha observado un excelente sellado apical con cementos a base de resina. Almeida y cols (2002) encontraron un grado de filtración (1) menor de la pasta de obturación AH plus con respecto a cementos a base de óxido de zinc eugenol. De Gee y cols observaron un mejor sellado apical en los cementos a base de resina comparados con los cementos a base de Ionómero de vidrio.

El sellado apical es importante para prevenir la penetración de fluidos tisulares al canal radicular y también para prevenir la salida de bacterias fuera del canal. El fluido tisular proporciona suficientes nutrientes a las bacterias para sobrevivir y proliferar. (9)

Si las bacterias no son eliminadas completamente del conducto radicular o si vuelven a penetrar por caries, fracturas, restauraciones mal adaptadas, una vez que se encuentran dentro del conducto sus productos pueden producir periodontitis apical al salir del sistema de conductos radiculares o exacerbar una periodontitis apical si el foramen apical no está completamente sellado. (Nair y cols 1997). (9)

En el estudio realizado por Oliver y Abbot, 95% de los tratamientos de conducto no

tenían un correcto sellado apical pero éste no afectó el éxito del tratamiento. A pesar de esto se puede determinar que la falta de sellado apical representa un potencial para una futura contaminación bacteriana. (9)

La realización de estudios sobre la filtración apical in Vitro proporcionan poca información, ya que es difícil representar las múltiples interacciones que existen en la cavidad oral como son: dientes, tejidos periapicales y contaminación dentro de los túbulos dentinarios. (9). Pero una parte fundamental y casi imposible de replicar in Vitro es el sistema inmunológico, ya que esta reacciona diferente en cada individuo y en cada situación.

Conclusiones

En este trabajo se concluye, que la técnica de compactación vertical con system B produce un mejor sellado apical, ya que esta contiene una mayor cantidad de gutapercha dentro del conducto y evitando en gran medida una mayor filtración apical.

Con la técnica de compactación vertical con System B® se utiliza menor cantidad de gutapercha, lo cual representa un beneficio económico a través del tiempo.

La técnica de compactación lateral ha sido hasta la actualidad técnica de obturación más utilizada por la facilidad de ejecución y por la utilización de instrumental fácil de adquirir, esta es una técnica exitosa basada en una correcta ejecución.

Con la ayuda de tecnología, se puede realizar la técnica de compactación vertical con mayor seguridad, facilidad y en menor tiempo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. Carlos Torres y Dr. Enrique Terán por las facilidades prestadas en la utilización del fotomicroscopio y al Dr. Juan Carlos de los Reyes quien realizó el análisis estadístico.

Bibliografía

1. Kont Cobrankara F, Adanir N, Belli S, Pashley DH. (2002) A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. *International Endodontic Journal*, **35**, 979-984.
2. Ingle J., Backland L. Endodoncia. Editorial McGraw-Hill Interamericana 5ta edición. 2002.
3. Hosoya N, Nomura M, Yoshikubo A, Arai T, Nakamura J, Cox C (2000) Effect of canal drying methods on the apical seal. *Journal of Endodontics*, **5**, 292-294
4. Wimonchit S, Timpawat S, Vongsavan N (2002) A comparison of techniques for assessment of coronal dye leakage. *Journal of Endodontics*, **28**, 1-4.
5. Cohen S., Burns R. Vías de la Pulpa. Editorial Harcourt 8va edición. 2002
6. Davalou S, Guttman L, Nunn MH (1999) Assessment of apical and coronal root canal seals using contemporary endodontic obturation and restorative materials and techniques. *International Endodontic Journal*, **32**, 388-396.
7. Schäfer E., Priv-Doz (2002) Effect of three different sealers on the sealing ability of both Thermafil obturators and cold laterally compacted Gutta-Percha. *Journal of Endodontics*, **28**, 638-642.
8. Abarca AM, Bustos A, Navia M (2001). A comparison of apical sealing and extrusion between thermafil and lateral condensation techniques. *Journal of Endodontics*, **27**, 670-673.
9. Oliver CM, Abbot PV (2001) Correlation between clinical success and apical dye penetration. *International Endodontic Journal*, **34**, 637-644.
10. Gilhooly RM, Hayes SJ, Bryant ST, Dummer, PM (2001) Comparison of Lateral and Thermomechanically compacted α Phase Gutta-Percha with a single cone for obturating curved root canals. *Oral Surg Oral*

- Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,
91,89-94
11. Hopkins H, Remeikis NA, Van Cura JE (1986) Mc Spedden versus lateral condensation the extent of microleakage. *Journal of Endodontics*, 12, 198-202.
 12. Fuss Z, Rickoff BD, Santos Mazza L, Wikarkzczul M, Leon SA. (1985) Comparative sealing quality of gutta-percha following the use of the Mc Spadden compactor and engine plugger. *Journal of endodontics*, 11, 117-121.
 13. Kerekcs K, Rowe A. (1982) A thermomechanical compactation of gutta-percha root filling. *International Journal of endodontics*, 15, 27-35.
 14. Pommel L, Camps J.(2001) In vitro apical leakage of system B compared with other filling techniques. *Journal of Endodontics*; 7, 449-451
 15. Silver GK, Love RM, Purton DG (1999) Comparison of two vertical condensation obturation techniques: touch 'n Heat modified and system B. *International Endodontic Journal*, 32, 287-295.
 16. Yared G, Bov Dadher FE (1995) Influence of plugger penetration on sealing ability of vertical condensation. *Journal of Endodontics*, 21, 152-153.
 17. Buchalla W, Attin T, Brücklmaier R., Hellwin E (1999) Computer-supported method of the quantification of apical leakage in filled root canals. *Dtsch Zahnärztl Z*, 54, 244-248.
 18. Kersten HW, Moorer WR (1989) Particles and molecules in endodontic leakage. *International endodontic Journal*, 22, 118-124.
 - 19.