

CAPACIDAD DE SELLADO APICAL EN DIENTES OBTURADOS CON CONOS DE GUTAPERCHA Y/O MATERIAL RESINOSO. PARTE I



COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO

Bayona, D. Gómez, C. Parra, J.*

Avellaneda, p. **

Hurtado, C. ***

Pachon, M. ****

Área: Post grado de Endodoncia

Línea de investigación: Evaluación de técnicas y materiales

RESUMEN

Propósito: Determinar la eficacia del selle apical de dientes obturados con conos de gutapercha y/o material resinoso. **Materiales y métodos:** Estudio experimental in Vitro, 74 premolares uniradiculares, recién extraídos, sin caries o reabsorciones radiculares, fueron utilizados para este estudio, se prepararon con limas Protaper y se obturaron así: grupo 1 Resilon®; grupo 2 conos Maillefer® y Endo-rez®; grupo 3 conos Sure-endo® y Endo rez®; grupo 4 conos New Stetic® y Endo rez®; grupos control: 5: Maillefer®; 6: Sure-endo®; 7: New Stetic®. Se utilizó el método electroquímico.

Resultados: La capacidad de sellado del Resilon® y tres marcas de gutapercha comercial con y sin cemento resinoso EndoRez®, fue estudiada por medio de una técnica electroquímica. Los dientes fueron preparados biomecánicamente y los conductos fueron obturados. 10 dientes fueron usados para cada grupo de estudio. La microfiltración fue determinada en un periodo de tiempo de 24, 48, 72 horas, 8 y 15 días. Se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA, $P < 0,05$) y pruebas de "Between-Subjects Effects". Los especímenes obturados con gutapercha y material resinoso mostraron mayor microfiltración que los obturados con gutapercha, sin material resinoso; a su vez al compararlos con los especímenes obturados con Resilon®, este mostró menor microfiltración. **Conclusión:** El Resilon® mostró la mayor capacidad de sellado apical. De la misma forma la obturación de gutapercha y EndoRez® mostró menor capacidad de selle apical que la gutapercha sin EndoRez®.

Palabras claves: selle apical, material resinoso, método electroquímico.

ABSTRACT

Purpose: To determine the efficacy of the apical seal of obtured teeth by gutta-percha and/or resinous cones. **Materials and Methods:** In this in vitro experimental study, 74 recent extracted premolar teeth were used. They were prepared with Protaper files and were obtured as it follows: Group 1: Resilon®; Group 2: Maillefer® and Endo-rez® cones; Group 3: Sure-endo® and Endo-rez®; Group 4: New Stetic® and Endo rez®; control groups: 5: Maillefer®; 6: Sure-endo®; 7: New Stetic®. The electrochemical method was used. **Results: The capability of sealing of** Resilon® and three commercial Gutta-percha brands both, with and without the resinuous cement Endo-rez®, was tested by an electrochemical technic. The teeth were biomechanically prepared and the canals were obtured. Ten teeth were used for each group of study. The microfiltration was determined for the following time periods: 24, 48, 72 hours, 8 and 15 days. Both an ANOVA Test with $p < 0,05$ and a Test of "Between subjects effects" were used to determine statistical differences. The specimens obtured by Gutta-percha and resinuous material showed more microfiltration than those obtured only by Gutta-percha. Comparing these specimens with those obtured by Resilon® these alter showed less microfiltration. **Conclusions:** Resilon® showed the most apical sealing capability in obtured teeth. At the same way, the mixture of Gutta-percha and Endo-rez® showed less apical sealing capability than Gutta-percha without EndoRez®.

Key words: Apical seal, Resinous material, electrochemical method.

*Residentes Endodoncia IV semestre

** Director científico

*** Asesor Metodológico

**** Asesor Estadístico

INTRODUCCION

Uno de los objetivos mas importantes en Endodoncia es la obturación completa del conducto radicular y el selle apical hermético (1).

Dow e Ingel 1955 (2). Atribuyeron el fracaso del tratamiento endodóntico en un 60% a la inadecuada o incompleta obturación del espacio del conducto radicular.

Diferentes materiales han sido propuestos en la obturación de los conductos radiculares; sin embargo no existe un material que remplace la gutapercha que por sus propiedades y componentes a sido universalmente aceptada como material de obturación estandarizado en los últimos 125 años (7). Todos los agentes adhesivos y resinas estudiadas presentaron problemas en las propiedades de trabajo, en su radiopacidad y en su habilidad para retratamiento (4,5). Siendo rechazados por no cumplir con los requisitos de un material de obturación (6).

La gutapercha es de origen natural siendo un polímero de isopropeno el cual se deriva del árbol perteneciente a la familia sapotaceae y este se deriva del palcaquum gutta bail. En 1942 C.W Sunn encontró que este polímero tenia dos formas de cristalización el cual llamo Alfa y Beta que pueden ser convertidas una a la otra y viceversa. La forma Alfa proviene directamente del árbol, sin embargo la mayor parte disponible en el comercio es la forma cristalina Beta; hay pocas diferencias en sus propiedades físicas, algunas en la rigidez cristalina, la cual, se relaciona con diferentes niveles de enfriamiento a partir del punto de fusión, la forma dental Beta tiene su punto de fusión a 64 °C (8), esta forma es mas flexible y se utiliza para fabricar puntas de gutapercha, al evaluar 165 conos de gutapercha de cinco fabricantes, Friedman y Col en 1977, encontraron que solo el 20% de la composición química era gutapercha y que el 60 a 75 % era relleno; los componentes restantes son ceras o resinas que hacen las puntas mas flexible y mas susceptible a la compresión las sales metálicas le dan la radiopacidad; por lo cual las puntas de gutapercha solo contienen 23.1 % de

material orgánico (gutapercha y ceras) y 76.4 % de relleno inorgánico (oxido de cinc). Las puntas de gutapercha se comercializan en dos configuraciones: no estandarizada, para adaptarse ala forma percibida del conducto radicular, la otra configuración, esta estandarizada al mismo tamaño y forma que los instrumentos endodónticos, se ha encontrado una falta de uniformidad (10), así como deformidad de las puntas en su tercio apical (11).

Los materiales de obturación con resina han ganado constantemente popularidad y son ahora aceptados tanto en la obturación de dientes anteriores como posteriores. Adicionalmente los materiales de obturación con sistemas adhesivos, han sido mejorados respecto a la resistencia de penetración bacteriana (12). Marshall & Massler 1961, Michanowicz & Czonstkowsky 1984, Czonstkowsky y col 1985, ElDeeb 1985, Skinner & Himel 1987, Hata y col 1992, Wun col 2000 demostraron que sellar los espacios entre el material sólido y la pared del conducto radicular, así como los conductos accesorios permeables y agujeros múltiples juegan un papel importante en la obturación del conducto radicular. Tidmaesh (24) y Rwlimson (25) adicionalmente observaron que existe combinación del material resinoso con los postes.

Marshall y Massler (3). Usando radioisótopos por periodos cortos; establecieron que el uso de la gutapercha con sellador fue considerablemente mejor que la gutapercha sin sellador. Hovland y Dumsha 1985 (17) observaron que la mayor filtración ocurrió en la interfase entre las paredes del conducto y el sellador ; resumiendo que aunque todos los selladores de los conductos radiculares experimentan cierto grado de filtración; tal vez haya un nivel crucial de filtración que resulte inaceptable para la cicatrización y por tanto produzca fracaso endodóntico.

La filtración del sellante ha sido estudiada a menudo a través de métodos de penetración de tinte (15). La mayoría de los sellantes se contraen durante la colocación, dejando espacios no deseados (13). Su capacidad de sellado esta influenciado por propiedades físicas, tales

como, viscosidad, tiempo de cristalización y espesor de la película. Georgopoulou, col. 1995 (14) y Wu y Col. En 1994 (15), Kontakiotis y Wu 1997 (16) compararon la capacidad de sellado de diferentes selladores de conductos y un agente de unión, con un espesor de película delgado y uno grueso; concluyendo que las capas gruesas de los selladores filtraron más que las capas delgadas y el agente de unión mostró menos filtración.

Se han realizado continuos esfuerzos para identificar y mejorar las técnicas de obturación del sistema de conductos radiculares (18). La condensación lateral de la gutapercha es comúnmente el método de obturación más usado (19), sin embargo, numerosas y diferentes técnicas de obturación basadas en las propiedades de la gutapercha han sido introducidas con el objetivo de realizar obturaciones de todo el espacio del conducto radicular; como condensación vertical caliente introducida por Schilder en 1967 (19) (20); la gutapercha termoplastificada con temperaturas altas y bajas (21); capas de gutapercha termoplastificadas con un transportador flexible (22); compactación termoplastificada (23); como único con material resinoso. .

Recientemente se introdujo el Resilon®, el cual es un material resinoso, basado en un polímero sintético termoplástico, usado como material para la obturación del conducto radicular (29). Shipper y col. 2004 (33) evaluaron la filtración de Resilon® y la gutapercha, observando que en el 80% de los dientes obturados con Resilon® presentaron menos filtración que los obturados con gutapercha.

Shipper y Trope (31) observaron que usando el obturador Fiber-Fill (Pentron Clinical Technology Wall-ington C.T) y un sellador adhesivo de resina; hay un 50% de mejoramiento en prevención de filtración bacteriana comparada con la técnica de gutapercha estandarizada, y además el selle del conducto con el sistema parecido a la restauración coronal típica proporciona un mayor éxito del tratamiento. (32).

MATERIALES Y METODOS

Estudio experimental In Vitro. Se tomaron 74 dientes premolares, recién extraídos, unirradiculares, con los siguientes criterios de inclusión: completa formación radicular, sin dilaceraciones marcadas, ausencia de

reabsorciones y caries radicular y de exclusión: raíces con ápices abiertos, dilaceraciones marcadas, reabsorciones radiculares o caries. Los dientes fueron lavados y almacenados en una solución de formalina al 10%, posteriormente se les realizó la cavidad de acceso con fresa redonda de diamante # 3, todas las coronas fueron seccionadas con un disco de carburo dejando 2mm de tejido coronal remanente con una longitud aproximada de 17mm. los conductos radiculares fueron preparados con limas Protaper (Dentplay Maillefer), montadas en la unidad Tecnika (Densplay), utilizando técnica Crown - Downe , irrigando copiosamente con hipoclorito de sodio 5.25% y RC-pre, los conductos fueron secados con conos de papel y obturados así: grupo 1: 10 dientes con conos Sure-endo® y Endo-rez®; grupo 2: 10 dientes con conos New Stetic® y Endo-rez®; el grupo 3: 10 dientes con conos Maillefer® y Endo-rez®; el grupo 4: 10 dientes con conos Sure-endo®, los grupos control utilizando la técnica de condensación lateral y compactación vertical: el grupo 5: 10 dientes con conos New Stetic®; el grupo 6: 10 dientes con conos Maillefer®; y el grupo 7: 10 dientes con Resilon®, como sellador se utilizó Epiphany® (Penaron). Se colocó un alambre de cobre dentro del conducto sellando en coronal con cera pegajosa, se cubrió con dos capas de barniz cavitario excepto la porción apical, e inmediatamente los especímenes fueron sumergidos en cloruro de potasio al 1%, valorados a las 24, 48 y 72 horas, 8 y 15 días, utilizando el test electroquímico, el cual consiste en un flujo de corriente eléctrica entre dos piezas de metal, donde una esta sumergida en un electrolito (Cloruro de Potasio) y la otra colocada en el alambre de cobre, conectadas a una fuente de poder externa de tal forma que la penetración del cloruro de potasio a través del ápice del diente, producirá un flujo de corriente, el cual, será medido por un voltímetro en forma cuantitativa. 4 dientes se usaron como control: 2 control negativo cubriendo los especímenes completamente con barniz cavitario; y 2 control positivo que no fueron cubiertos con barniz cavitario. Para el análisis estadístico se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) y **Tests of Between-Subjects Effects**

RESULTADOS

RESULTADOS

Para el presente estudio se analizó la variable microfiltración medida en milivoltios. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con material resinoso Endo rez® y sin material, con el fin de evaluar la microfiltración usando las marcas de conos: Sure-Endo®, New-Stetic® y Maillefer®. Las pruebas se realizaron a un nivel de significancia de $p < 0.05$.

Tabla 1.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,121(a)	9	,013	19,455	,000
Intercept	,318	1	,318	457,676	,000
MaResi	,021	1	,021	30,029	,000
MaResi * MarCono	,009	4	,002	3,085	,016
Dia	,092	4	,023	33,182	,000
Error	,201	290	,001		
Total	,640	300			
Corrected Total	,323	299			

Hubo diferencias significativas entre el material resinoso ajustando por los Marcas de Conos y tiempo ($p=0.000$). (Tabla 1).

1. CONOS

Dependent Variable: MICROFILTRACIÓN

MATERIAL RESINOSO	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Endo rez (Ultradent)	,041	,002	,037	,045
Sin Endo rez	,024	,002	,020	,028

La media \pm el error estándar de la microfiltración realizada con el material resinoso Endo rez® fue de 0.041 ± 0.002 y sin el material resinoso Endo rez® (0.024 ± 0.002). Hubo diferencias significativas entre los grupos 1, 2,3 obturados con material y grupos 4,5,6 sin material (condensación lateral) presentando mayor microfiltración los grupos obturados con material resinoso. $P < 0,0016$ (Tabla 2, Grafica 1).

CONOS

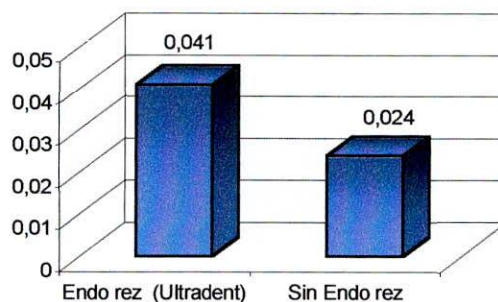


Grafico1

Hubo diferencias significativas entre el material resinoso y las Marcas de Conos, ajustando por el tiempo ($p=0.016$) (Tabla 2).

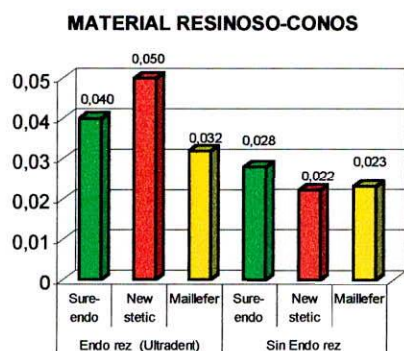
Tabla 3.

2. MATERIAL RESINOSO * CONOS

Dependent Variable: MICROFILTRACIÓN

MATERIAL RESINOSO	CONOS	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Endo rez (Ultradent)	Sure-endo	,040	,004	,033	,048
	New stetic	,050	,004	,042	,057
	Maillefer	,032	,004	,025	,040
Sin Endo rez	Sure-endo	,028	,004	,020	,035
	New stetic	,022	,004	,015	,030
	Maillefer	,023	,004	,015	,030

Grafico 2.



La media \pm el error estándar de la microfiltración realizada con el material resinoso Endo rez® con Sure-Endo® fue de 0.040 ± 0.004 , con New Stetic® fue 0.050 ± 0.004 y con Maillefer® fue de 0.032 ± 0.004 y sin el material resinoso Endo rez®, con Sure-Endo® fue de 0.028 ± 0.004 , con New Stetic fue 0.022 ± 0.004 y con Maillefer® fue de 0.023 ± 0.004 . En los grupos 1,2,3 (con material resinoso) la microfiltración en orden decreciente fue: el grupo obturado con conos New Stetic® presento mayor microfiltración ; seguido por el Sure-Endo® y el de menor microfiltración fue Maillefer®. Cuando se compararon los grupos 4,5,6 (condensación lateral) en orden decreciente el que presento mayor microfiltración fue: grupo obturado con conos Sure-Endo®, seguido por el Maillefer® y el de menor microfiltración fue el New Stetic®. (Tabla 3, Grafica 2).

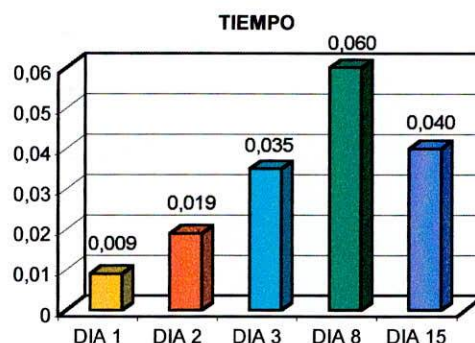
Tabla 4.

3. TIEMPO

Dependent Variable: MICROFILTRACIÓN

DÍA	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
DIA 1	,009	,003	,002	,016
DIA 2	,019	,003	,012	,026
DIA 3	,035	,003	,028	,042
DIA 8	,060	,003	,053	,067
DIA 15	,040	,003	,033	,046

Grafico 3.



La media \pm el error estándar de la microfiltración realizada en el día 1 fue de 0.009 ± 0.003 , en el día 2 fue de 0.019 ± 0.003 , en el día 3 fue de 0.035 ± 0.003 , en el día 8 fue de 0.060 ± 0.003 y en el día 15 fue de 0.040 ± 0.003 . Se observo microfiltración desde las primeras 24 horas con un aumento constante; presentando mayor microfiltración el día 8 y en el día 15 disminuyó la microfiltración. (Tabla 4, Grafica 3).

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con material resinoso Endo rez® y sin material, de acuerdo a las marcas de conos: Sure-Endo®, New Stetic®, Maillefer® y Resilon®, las pruebas se realizaron a un nivel de significancia de $p < 0.05$.

Tabla 5.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: MICROFILTRACIÓN

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,134(a)	10	,013	21,132	,000
Intercept	,338	1	,338	532,718	,000
Grupo	,034	6	,006	8,872	,000
Dia	,100	4	,025	39,522	,000
Error	,215	339	,001		
Total	,688	350			
Corrected Total	,349	349			

a R Squared = ,384 (Adjusted R Squared = ,366)
 Se encontró diferencias significativas entre los grupos ajustando por los tiempos ($p=0.000$) (Tabla 5).

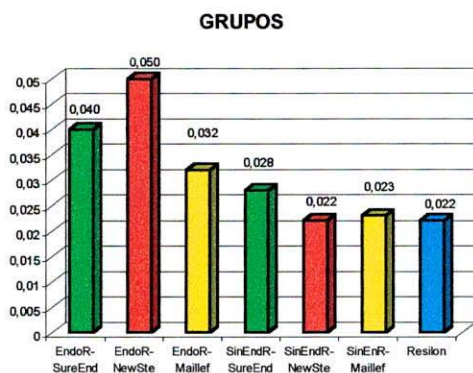
Tabla 6.

1. GRUPOS

Dependent Variable: MICROFILTRACIÓN

GRUPOS	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
EndoR-SureEnd	,040	,004	,033	,047
EndoR-NewSte	,050	,004	,043	,057
EndoR-Maillief	,032	,004	,025	,039
SinEndR-SureEnd	,028	,004	,021	,035
SinEndR-NewSte	,022	,004	,015	,029
SinEnR-Maillief	,023	,004	,016	,030
SinEndR-Resilon	,022	,004	,015	,029

Grafica 4.



La media \pm el error estándar de la microfiltración realizada con el material resinoso Endo-rez® con Sure-Endo® fue de 0.040 ± 0.004 , con New Stetic® fue de 0.050 ± 0.004 , con Mailliefer® fue de 0.032 ± 0.004 , sin material resinoso Endo-rez® Sure-Endo® fue de 0.028 ± 0.004 , New Stetic® fue de 0.022 ± 0.004 , Mailliefer® fue de 0.023 ± 0.004 y el Resilon® fue de 0.022 ± 0.004 . Hubo diferencias significativas en los grupos 1,2,3 (con material resinoso) presentando mayor

microfiltración el grupo obturado con conos Sure-Endo®, el de menor microfiltración fue el Mailliefer®, y los grupos 4,5,6 (condensación lateral) el de mayor microfiltración fue Sure-Endo® y el de menor microfiltración el New Stetic®. Entre todos los materiales hubo diferencia significativa entre marcas y tiempo cuando se compararon todos los grupos; se observó que el Resilon® y el grupo obturado con conos New Stetic® sin material (grupo 5 condensación lateral) presentaron menor microfiltración. (Tabla 6, Grafica 4).

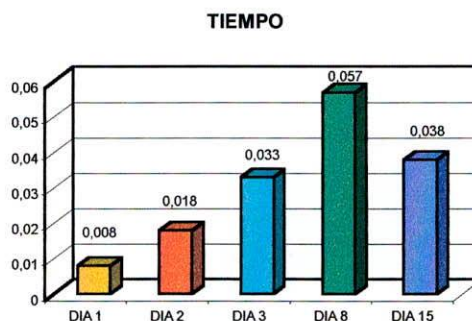
Tabla 7.

2. DÍA

Dependent Variable: MICROFILTRACIÓN

DÍA	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
DIA 1	,008	,003	,003	,014
DIA 2	,018	,003	,012	,024
DIA 3	,033	,003	,028	,039
DIA 8	,057	,003	,052	,063
DIA 15	,038	,003	,032	,044

Grafica 5.



La media \pm el error estándar de la microfiltración realizada en el día 1 fue de 0.008 ± 0.003 , en el día 2 fue de 0.018 ± 0.003 , en el día 3 fue de 0.033 ± 0.003 , en el día 8 fue de 0.057 ± 0.003 y en el día 15 fue de 0.038 ± 0.003 . Entre todos los materiales hubo diferencia significativa entre marcas y tiempo cuando se compararon todos los grupos, el día 8 fue

DISCUSIÓN

Varios estudios han demostrado que la causa más común del fracaso de la terapia endodóntica ha sido el selle incompleto del espacio del conducto radicular.

Se ha evaluado la filtración de diferentes técnicas de obturación, Goldberg y col. 1995 observaron una mayor filtración en la técnica trifecta y una menor filtración en la técnica de condensación lateral seguida de la técnica combinada successfil y condensación lateral;

Stephen y col. 1989, Keane y Harrington 1984, encontraron diferencias significativas en el sellado apical de dientes obturados con condensación lateral-vertical y los obturados con cono único.

Shipper y Col. Compararon el sellado de dientes obturados con gutapercha y Resilon® con técnicas de condensación lateral y vertical y concluyeron que el Resilon® brinda mejor selle.

Contrariamente en este estudio se observó diferencia estadísticamente significativa en los grupos de dientes obturados con gutapercha y material resinoso Endo-Rez® y los obturados con gutapercha sin material resinoso, observando menor microfiliación en la técnica de condensación lateral como lo observó Goldberg y col. En 1995. Los dientes obturados con Resilon® mostraron menor filtración que los obturados con gutapercha. Sin embargo comparando los dientes obturados con Resilon® y el grupo de dientes obturados con conos New Stetic® sin material resinoso Endo-Rez® se observó que no hubo diferencia significativa en la microfiliación.

Shipper, Orstavik, Teixeira, and Trope 2004 observaron menor microfiliación en especímenes obturados con Resilon®, cuando los compararon con técnica de condensación lateral, hecho que fue observado en nuestro estudio, excepto en el grupo 5 donde se obtuvo con gutapercha New Stetic®. También se observó que la microfiliación aumentó hasta el día 8 cuando empezó a decrecer, este hecho debido posiblemente se debe a la polimerización dual de los materiales resinosos.

CONCLUSIONES

- El material de obturación Resilon® (grupo 7) y New Stetic® en la

obturación con condensación lateral (grupo 5) presentan menor filtración.

- En el grupo obturado con condensación lateral la microfiliación en orden decreciente fue Sure-Endo®, Maillefer®, New Stetic®.
- En el grupo obturado con cono único la microfiliación en orden decreciente fue New Stetic®, Sure-Endo®, y Maillefer®.
- La microfiliación aumentó en forma constante, hasta el día 8, para todos los grupos.

BIBLIOGRAFIA

1. - Michanowicz, A.; Czonstkowsky M. Sealing properties of an injection-thermoplasticized Low-temperature (70°C) Guttapercha: A preliminary Study. *Journal of Endodontics* Vol 12 # 12 1984.
- 2.-Dow, P.R.; Ingel, I.J. Isotope determination of root canal failure. *Oral Surgery* 1995; 8:1100-4.
3. - Marshall, F.J.; Massler M. The sealing of teeth evaluated with radioisotopes. *Journal. Dent. Med.* 1961;15:172-84.
- 4.- Leonard, J.E.; Gutmann J.L.; Guo IY. Apical and coronal seal of root obturated with a dentine bonding agent and resin. *Int. End. J.* 1996;29: 76-83.
- 5.- Imai Y.; Komabayashi, T. Properties of a new injectable type of root canal filling resin with adhesiveness to dentin. *Journal of Endodontics.* 2003; 29:20-3.
6. - Goldberg, F.; Gurfinkel, J.; Spielberg, C. Microscopic study of standardized gutta-percha points. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol,* 1979; 3:2275-76.
7. - Marciano, J.; Pierre, M. Dental gutta-percha: chemical composition, X Ray identification, enthalpic studies, and clinical implications, 1989; 4:149-53.
8. - Schilder, H.; Goodman, A.; Aldrich, W.,; The thermomechanical properties of gutta-percha. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol,* 1974; 6; 954-61.
- 9.- Friedman C.E.; Somdrik, J.L.; Hever, M.A. Composition and physical properties

- of guttapercha endodontic filling materials. *Journal of Endodontics*. 1977;3:304.
- 10.- Mayne J.R.; Shapiro S.; Abramson I.I. An evaluation of standardized gutta-percha points. *Oral Surg*.31: 250, Feb.1971.
- 11.- Golber, F.; Gurfinkel, J.; Spielberg C. Microscopic study of standardized guttapercha point. *Oral Surg*. 47:275. Mar 1979.
- 12.- Hilton T.J. Can modern restorative procedures and materials really seal cavities? In *Vitro* investigation Part 1. *Am. J. Dent*. 2002; 15: 198-210.
- 13.- Wener, B.H.; Schilder, H. A comparative study of important physical properties of various root canal sealers II evaluation of dimensional changes. *Oral Surgery, Oral Medicine end Oral pathology*. 32:928-37.1971.
- 14.- Georgopoulou M.K.; Wu M.K.; Nikolaou A.; Effect of thickness on the sealing ability of some root canal sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine end Oral pathology*. 80:338-44.1995.
- 15.- Wu M.K.; DeGee A.J.; Wesselink P.R. Leakage of four root canal sealers at different thicknesses. *International Endodontic J*. 27:304-8. 1994.
- 16.- Kontakiotis E.G.; Wu M.K. Effect of sealer thickness on long-term sealing ability: a 2 year. Follow-up study. *International Endodontic J*.30: 307-12.1997.
- 17.- Hovland, E.J. and Dumsha T.C. Leakage evaluation in *Vitro* of the root canal sealer cement sealapex. *International Endodontic J*.18:179 July 1985.
18. - Kardon, B.; Kuttler, S.; Hardrich, W.; Dorn, S.; An *In Vitro* evaluation of a new root-canal obturation system. *Journal of Endodontics*, 2003; 1.
- 19.- Schilder, H. Filling root canals in three dimensions. *Dent.Clin North Am* 1967; 11. 723-44.
- 20.- Wong, M.; Peters DD.; Lorton L.. Comparison of guttapercha filling techniques, compaction (mechanical) vertical (warm) and lateral condensation techniques, Part 1. *Journal of Endodontics*.1981; 7: 551-8.
- 21.- Yee F.S.; Marlin J.; Krakow A.A.; Gron P. Three dimensional obturation the root canal using injection molded, thermoplasticized dental gutta-percha. *Journal of Endodontics*. 1977;3:168-74.
- 22.- Johnson W.B. Anew gutta-percha technique. *Journal of Endodontics*. 1978;4:184.
- 23.- Tagger M.; Tamse A.; Katz A.; Korzin B,H. Evaluation of apical produced by hybrid root canal filling method, combining lateral condensation and thermatic compaction. *Journal of Endodontics*. 1984;10:299-303.
- 24.-Tidmarsh B.G. Acid cleansed and resin sealed root canals. *Journal of Endodontics*. 1978;1978:16:566-99.
- 25.-Rawlinson A. Saling root canals with Low-viscosity resins *InVitro*: a scanning electron microscopy study of canal cleansing and resin adaptation. *Oral Surgery, Oral Medicine end Oral pathology*.1989;68:330-8.
- 26.- Mjor I.A.; Smith M.R.; Mannocci F. The structure of dentin the apical region of human teeth. *International Endodontic*.2001;34:346-53.
- 27.- Gordan W.; Vargas M.A., Evaluation of adhesive system using acidic primers. *Am.J .Dent*. 1997;10:219-23.
- 28.-Mannocci F.; Innocenti M . Sterreomicroscopic and scanning electron microscopic study of roots obturated with vertically condensed guttapercha, epoxy resin cement, and dentin bonding agent. *Journal of endodontics*,1998;24:397-400.
29. Shipper, G., Orstavik, D., Teixeira, F. and Trope, M., An evaluation of microbial leakage in root filled with a thermoplastic synthetic polymer- based root canal filling material (Resilon) *Journal of Endodontics*. Vol. 30 N. 5 May 2004; 342-347.
30. Mattison, G., y Frunhofer, A., Electrochemical microleakage study of endodontic sealer/cements. *Oral Surgery* 1983; 402-407.
- 31, Jacobson. S., and Fraunhofer. A., The investigation of microleakage in root canal

therapy. An electrochemical technique. Oral Surgery 1976; 817-823.

32. BAQUERO N, M., DIAZ, J., E. Estudio comparativo de filtración apical de dos nuevos cementos a través del método electroquímico. T.O.E 336. Año 1994.

33. ROJAS A, X., LINARES G, C. Evaluación de la capacidad de selle del MTA pro-root condensado con técnica manual o con ultrasonido posterior a la preparación apical quirúrgica o con ultrasonido o micro-contraangulo. T.O.E 1187. Año 2003.