



PUESTA  
AL DÍA



**Gómez Sueiras, Marta Amparo**

Alumna de Odontología.  
Cursando la asignatura Integrada  
de Adultos, UEM.

**Valencia de Pablo, Óliver**

Odontólogo. Profesor del Máster  
de Endodoncia Avanzada, UEM.

**Algar Pinilla, Juan**

Odontólogo. Profesor de Integ-  
rada de Adultos, UEM.

**Estévez Luaña, Roberto**

Odontólogo. Profesor del Máster  
de Endodoncia Avanzada, UEM.

**Cisneros Cabello, Rafael**

Médico Estomatólogo. Director  
del Máster en Endodoncia  
Avanzada, UEM.

**Indexada en / Indexed in:**

- IME
- IBECS
- LATINDEX
- GOOGLE ACADÉMICO

**Correspondencia:**

Óliver Valencia de Pablo  
Avenida de Bruselas 64 6º 2  
28028 Madrid  
oliver@endodontics.es  
Tel.: 630 103 528

Fecha de recepción: 3 de septiembre de 2013.  
Fecha de aceptación para su publicación:  
20 de noviembre de 2013.

# Revisión crítica actualizada sobre la obturación con el sistema Thermafil y su sucesor: Guttacore

Gómez Sueiras, MA., Valencia de Pablo, O., Algar Pinilla, J., Estévez Luaña, R., Cisneros Cabello, R.  
Revisión crítica actualizada sobre la obturación con el Sistema Thermafil y su sucesor: GuttaCore. *Cient. Dent.* 2014; 11; 1: 21-31.

## RESUMEN

El sistema de obturación Thermafil se basa en un vástago de plástico recubierto de gutapercha. Su evolución, GuttaCore, consta de un núcleo de gutapercha entrelazada con el objetivo de facilitar la remoción de éste manteniendo a la vez las buenas propiedades ofrecidas por la gutapercha termoplástica. El objetivo de este trabajo es describir ambos sistemas y analizar algunos de los aspectos más importantes de la obturación endodóntica como la capacidad de sellado, la facilidad de retratamiento y la filtración apical. Para ello se ha efectuado un búsqueda bibliográfica a través de Medline utilizando publicaciones posteriores al año 2002, exceptuando la inclusión de artículos más antiguos dada su relevancia. Como resultado, hemos observado que el sistema Thermafil consigue obturaciones herméticas y tridimensionales en todo tipo de conductos a excepción de reabsorciones internas o ausencia de constricción apical. Su curva de aprendizaje es rápida, así como su tiempo de ejecución. Los inconvenientes de este sistema son un mayor tiempo para la remoción de su vástago y las frecuentes sobreobturaciones. El sistema GuttaCore parece facilitar el tiempo de retratamiento pero faltan estudios acerca su comportamiento a largo plazo. Dado que la mayoría de los estudios sobre el comportamiento de Thermafil se han realizado ex vivo, los resultados no pueden extrapolarse directamente a la práctica clínica.

## PALABRAS CLAVE

GuttaCore; Thermafil; Obturación Termoplástica.

## UPDATED CRITICAL REVIEW OF THE OBTURATION WITH THE THERMAFIL SYSTEM AND ITS SUCCESSOR: GUTTACORE

## ABSTRACT

The root filling system Thermafil is based on a plastic carrier covered by gutta-percha. Its successor, GuttaCore, consists of a cross-linked gutta-percha core with the purpose of facilitate its removal keeping the good properties offered by the thermoplastic gutta-percha. The aim of this review is to describe both based - in - carrier root filling systems Thermafil and GuttaCore and analyze some of the most important aspects of the endodontic obturation such as the sealing ability, the easiness of retreatment and the apical leakage. For this we have carried out a literature search through Medline using publications after the year 2002, except for the inclusion of older articles because of its importance. As a result, we found that Thermafil System achieves hermetic and tridimensional obturations in all kinds of root canals except in resorptive cavities and in the absence of the apical constriction. Its learning curve is fast as well as the time of its performance. The disadvantages of this system are the longer time for the removal of the carrier and the often overextended obturations. The GuttaCore system seems to facilitate the retreatment's time but there are no studies about its long-term outcome. Given that most of the studies on Thermafil's behavior has been performed ex vivo, the results cannot be directly extrapolated to the clinical practice.

## KEY WORDS

GuttaCore; Thermafil; Thermoplastic Obturation

## INTRODUCCIÓN

Los principales objetivos de un tratamiento de conductos son una correcta limpieza y conformación del conducto radicular, seguidos de una obturación completa y hermética<sup>1</sup> con un material estable, no tóxico<sup>2</sup>. Ésto permite eliminar cualquier vía de entrada entre el conducto y el periodonto para evitar la recolonización bacteriana del sistema de conductos radicular permitiendo un éxito a largo plazo<sup>3</sup>. Cuanto mejor sea el sellado, mejor será el pronóstico del diente<sup>3</sup>. En 1978, Ben Johnson<sup>4</sup> describió un nuevo sistema de obturación llamado Thermafil™, basado en un núcleo transportador de gutapercha, que presentaba unas características especiales como alta radiopacidad, excelente viscosidad y una fluidez y adherencia mayores que el resto de sistemas<sup>4</sup>. No obstante, no fue comercializado hasta pasados varios años, en 1989, a cargo de Tulsa Dental<sup>5</sup>. Al principio este producto se basaba en un núcleo de acero inoxidable, parecido a una lima K, recubierto con una capa uniforme de gutapercha tipo alfa, que debía de calentarse con la llama de un mechero Bunsen<sup>6</sup>. A pesar de sus ventajas, el sistema Thermafil causaba dificultades cuando se requería la colocación de un poste<sup>6</sup>. Además la gutapercha se desprendía frecuentemente quedando el núcleo metálico como único material de obturación en la zona apical<sup>7, 8</sup>.

En la actualidad el sistema Thermafil Plus™ consiste en un vástago de plástico radiopaco de una conicidad del 4%<sup>8</sup> recubierto de gutapercha tipo alfa (Figura 1) para obturar conductos instrumentados con limas rotatorias<sup>7</sup>. Los vástagos muestran una muesca longitudinal que, según el fabricante, permite un retratamiento más fácil creando un espacio entre el vástago y las paredes del conducto<sup>6</sup>. Además ayuda a incrementar la flexibilidad del vástago puesto que se reduce su masa<sup>6</sup>. Los vástagos se pueden diferenciar por su mango de color indicando el diámetro y a lo largo de su asta tiene unos relieves circulares a 18, 19, 20, 22 y 24 mm de la punta como referencia para controlar su introducción en el conducto. Los obturadores clásicos están disponibles en 17 tamaños diferentes y suelen estar cubiertos de gutapercha aproximadamente unos 16 mm extendiéndose hasta 1 mm más allá de la punta<sup>6</sup>.



Fig. 1. Obturador de Thermafil Plus™ del calibre 35. Imagen cedida por Simesp S.A.

El sistema se acompaña además de un verificador (Figura 2) que se adapta pasivamente a la longitud de trabajo y corresponde al diámetro apical para facilitar la selección del obturador apropiado<sup>7</sup>. Los verificadores están disponibles en doce tamaños diferentes con un diámetro en la punta de 0.2 a 0.9 mm y una conicidad del 5%<sup>6</sup>, siendo así ligeramente más grandes que el vástago. Éstos están fabricados de níquel-tita-

nio, parecidos a las limas manuales pero presentando una punta no cortante y con típicos apoyos radiales<sup>6</sup>. Normalmente el verificador se inserta en el conducto y se comprueba su posición realizando una radiografía<sup>6</sup>. Esto tiene especial importancia ya que la inserción del vástago se produce en una sola acción con poca oportunidad para revisar el resultado si el vástago no llega a la longitud adecuada desde el primer momento<sup>9</sup>.



Fig. 2. Verificador de Thermafil Plus™ del calibre 30. Imagen cedida por Simesp S.A.

El horno ThermaPrep™ Plus permite calentar dos obturadores en pocos segundos<sup>6</sup>. Sólo se requiere insertar los vástagos previamente desinfectados con hipoclorito<sup>10</sup> en las posiciones adecuadas, seleccionar el diámetro del vástago y calentarlo<sup>6</sup>. El vástago se retira del horno sin demora o distracción y se inserta suavemente en el conducto al que previamente se le ha aplicado una fina capa de sellador a lo largo de la longitud de trabajo<sup>9, 10</sup>. Es fundamental para el desarrollo de una fluidez adecuada y para facilitar la inserción del obturador que se caliente con una temperatura correcta y durante el tiempo recomendado por el fabricante<sup>9</sup>.

Las fresas Therma-Cut™ (Figura 3) son fresas de acero que se usan con una turbina a alta velocidad para seccionar el vástago después de su inserción a nivel de entrada a los conductos<sup>6</sup>. Tienen una cabeza redonda<sup>10</sup> y están disponibles en cuatro diámetros diferentes con una longitud de 25 mm. Se usan sin irrigación ya que el vástago se secciona a través del calor que se genera por fricción<sup>6</sup>. El fabricante recomienda utilizar un excavador endodóntico para retirar la gutapercha excedente y así evitar el bloqueo de la entrada a otros conductos<sup>10</sup>. Además se deberá utilizar un atacador para condensar verticalmente la gutapercha de la parte coronal<sup>10</sup>.



Fig. 3. Fresa Therma-Cut™. Imagen cedida por Simesp S.A.

Según Dentsply, el sistema Thermafil es una técnica fácil y rápida que ofrece unas obturaciones tridimensionales adaptándose muy bien a los conductos<sup>10</sup>. Sin embargo, no recomienda su uso en caso de ápice abierto o reabsorciones, así como dientes posteriores difíciles de alcanzar o conductos cuya conicidad apical no llegue a 0.04<sup>10</sup>.

Con el objetivo de no dejar ningún material en el interior de los conductos que no fuese gutapercha, favoreciendo así un

futuro retratamiento si fuese necesario o la colocación de un poste por motivos protéticos, Dentsply ha desarrollado una evolución de este sistema, llamado GuttaCore™.

La fluidez de la gutapercha hace que sea inadecuada para emplearse como núcleo de un obturador ya que se derretiría al calentarse. Recientemente Dentsply Tulsa Dental Specialties ha introducido una tecnología de gutapercha entrelazada uniendo cadenas de polímeros con el objetivo de transformar la gutapercha y hacerla más resistente evitando que se derrita, manteniendo a la vez sus buenas características<sup>11</sup>. Según Dentsply, el obturador llamado GuttaCore™ (Figura 4), con un núcleo de gutapercha entrelazada, conserva su forma cuando se calienta y permite fluir a partes iguales por todo el sistema de conductos consiguiendo una obturación tridimensional, rellenando istmos, conductos laterales y accesorios y consiguiendo llegar hasta el ápice aunque se trate de conductos curvos<sup>11</sup>. Otra ventaja es la fácil remoción de su núcleo dado que es de gutapercha ahorrando tiempo y molestias. La secuencia clínica del GuttaCore™ es prácticamente igual a la del Thermafil™, existiendo verificadores especiales y un horno GuttaCore<sup>10, 11</sup>.

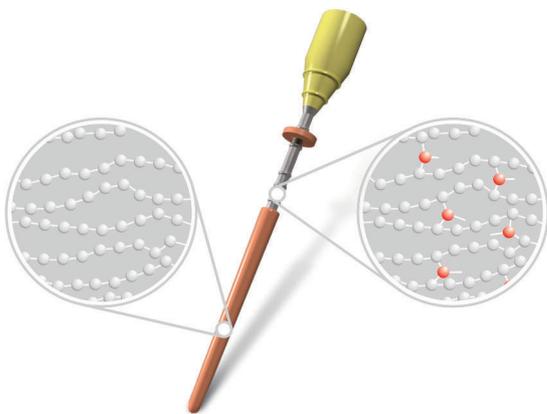


Fig. 4. Obturador de GuttaCore™. Imagen cedida por Simesp S.A.

## CAPACIDAD DE OBTURACIÓN DE THERMAFIL

Existen diversos estudios que analizan la capacidad de obturación del Thermafil y de otras técnicas termoplásticas. En el estudio de Anbu y cols.,<sup>12</sup> se analizó la eficacia de cuatro técnicas de obturación (Condensación lateral, Thermafil, Obtura II y System B) calculando el porcentaje de volumen obturado (POV) a través de la tomografía computarizada helicoidal (SCT). Los resultados mostraron que System B y Thermafil obtenían un mayor POV que las otras dos técnicas. Si se comparaba con otros sistemas de obturación, el Thermafil realizaba obturaciones más homogéneas, con menos huecos y mejor adaptadas a la pared del conducto<sup>12-15</sup>.

En el estudio de De Deus y cols.,<sup>16</sup> se evaluó el porcentaje del área obturado con gutapercha (PGFA) en el tercio apical de los conductos cuando eran obturados con Thermafil, System B o condensación lateral sin la utilización de un cemento. Los

dientes se obturaron y se seccionaron a 2 y 4 mm del foramen apical, analizando las secciones posteriormente bajo microscopio. Los resultados mostraron que el grupo del Thermafil producía mayores PGFA que el grupo del System B y de la condensación lateral. También cabe de destacar que los valores mínimos y máximos del PGFA en el grupo del Thermafil eran muy similares entre ellos por lo que hay una mínima desviación estándar indicando la excelente homogeneidad que muestra esta técnica de obturación<sup>16</sup>. Los resultados de este estudio concuerdan con otro estudio de De Deus y cols.,<sup>13</sup> en el que a diferencia de éste, se empleó cemento Grossman cuando se obturaron conductos mesiales de molares mandibulares analizados posteriormente bajo un microscopio electrónico de barrido.

Somma y cols.,<sup>17</sup> analizaron en su estudio la calidad de obturación del Thermafil, System B y la técnica de cono único a través de microtomografía que representa un método analítico no destructivo. Se pudo observar que el tercio apical de todas las muestras del Thermafil estaba relleno de gutapercha y cemento, y no con el vástago de plástico, demostrando ser una técnica de obturación eficiente. Respecto a la calidad de obturación radicular no había diferencias entre las tres técnicas de obturación. Somma y cols.,<sup>17</sup> concluyeron que la técnica Thermafil es menos dependiente del operador, a diferencia de otras técnicas, y además es apropiada para obturar conductos largos, curvos o acintados y respeta los principios de condensación con gutapercha caliente (termoplástica) ya que el vástago actúa como si fuera un plugger empujando el material hacia la región apical.

Aunque una preparación apical ampliada haya demostrado mejorar la irrigación del conducto radicular, no está claro si influye en la adaptación de los materiales de obturación a las paredes de los conductos<sup>18</sup>. En el estudio de ElAyouti y cols.,<sup>18</sup> se instrumentaron conductos hasta un diámetro apical que oscilaba entre 45 para conductos estrechos y 60 para conductos anchos. Posteriormente se obturaron con cuatro técnicas diferentes (GuttaFlow, cono único, Thermafil y condensación vertical) y se evaluó la homogeneidad de los materiales de obturación calculando el porcentaje de huecos (PVA) y la adaptación a los conductos a través del porcentaje del contorno del conducto en contacto con los materiales de obturación (PFO). Los resultados mostraron que el porcentaje de huecos era más alto para la técnica del Thermafil que para los demás grupos, adaptándose además peor al contorno de los conductos. Estos resultados son contrarios a los de Jarrett y cols.,<sup>2</sup> quienes evaluaron la densidad apical de diferentes técnicas de obturación en conductos palatinos instrumentados hasta un diámetro 60 llegando a medir un porcentaje de gutapercha del 96,9% de media en los conductos obturados con Thermafil. Sin embargo los dos estudios concuerdan en que hay un área problemática: Se pudo observar que el vástago de plástico del Thermafil estaba en contacto directo con las paredes del conducto<sup>2,18,19</sup> desplazando la capa de cemento sellador hacia dentro de la dentina con ausencia de gaps entre la dentina y el vástago<sup>19</sup>.

Jarrett y cols.,<sup>2</sup> y Gençoğlu y cols.,<sup>20, 21</sup> evaluaron el porcentaje de área relleno de gutapercha, usando protocolos de investigación similares, mediante el análisis de secciones transversales. Los tres estudios consiguieron porcentajes diferentes, sobre todo en la técnica de condensación lateral que podría deberse al uso de condensadores más finos, aunque en ambos estudios los resultados del sistema Thermafil son favorables consiguiendo una obturación más completa<sup>2</sup> y con mayor cantidad de gutapercha<sup>2, 20, 21</sup>.

Marciano y cols.,<sup>22</sup> explican que la estandarización de las muestras en los estudios mejora los análisis estadísticos y suele ser necesaria para las comparaciones, pero la relevancia de estos resultados se ve limitada porque las irregularidades anatómicas como istmos no se ven representadas. Por ello analizaron cuatro técnicas de obturación en conductos de molares mandibulares. Se observó que el Thermafil y System B presentaban el porcentaje más alto de gutapercha con menor cantidad de cemento y menos huecos, pero la presencia de istmos tenía un efecto negativo para el Thermafil disminuyendo el porcentaje de gutapercha en los conductos.

Gençoğlu y cols.,<sup>23</sup> investigaron la calidad de las obturaciones en áreas de reabsorción interna producidas de forma artificial. En estas áreas todas las técnicas que incluían un vástago (Thermafil, Soft-Core, QuickFill) tenían un mayor contenido de cemento que de gutapercha, presentando además mayor número de huecos, siendo por lo tanto menos efectivas para rellenar reabsorciones que las técnicas de condensación.

## OBTURACIÓN DE CONDUCTOS OVALES

Existen varios estudios que comparan la capacidad de sellado de técnicas termoplásticas en conductos ovals. Esto se debe a que estos conductos son mejores que aquellos de forma redonda para evaluar el sellado de irregularidades. De Deus y cols.,<sup>24</sup> instrumentaron conductos ovals de incisivos mandibulares utilizando por un lado la técnica rotatoria ProTaper y por otro lado el sistema rotatorio SAF (self-adjusting file). Todos los conductos se obturaron sin el empleo de ningún cemento para facilitar la evaluación. Este estudio mostró que la técnica de instrumentación influye significativamente en el PGFA, produciéndose un mayor PGFA en las muestras preparadas con el sistema SAF que en las muestras preparadas con el sistema ProTaper. Resultados similares obtuvieron Altundasar y cols.,<sup>25</sup> cuando evaluaron la obturación con Thermafil en conductos ovals instrumentados con ProTaper o ProFile, lo que sugiere que la técnica de instrumentación SAF es totalmente diferente a los sistemas de instrumentación rotatoria.

En otro estudio de De Deus y cols.,<sup>26</sup> se comparó la capacidad de sellado y el área obturado con gutapercha y cemento de conductos ovals obturados con tres técnicas diferentes (Condensación lateral, System B y Thermafil). Las muestras se seccionaron horizontalmente a 5 mm del foramen apical y se examinaron bajo microscopio de luz óptico calculando los

PGFA. Los resultados mostraron que no había diferencia significativa entre los tres grupos respecto al PGFA en conductos ovals. El grupo obturado con Thermafil presentó un PGFA del 78,31%, lo que muestra la presencia de huecos y contradice los hallazgos de otros estudios<sup>16,20,21</sup> en el que el sistema Thermafil había conseguido unos PGFA más altos. Ésto puede deberse a variaciones metodológicas, ya que en un estudio solamente se medía el PGFA, mientras que en éste se medía el área sellado por gutapercha y cemento. Otro factor que pudo haber influido es la presencia de conductos ovals viéndose la calidad de sellado comprometida en conductos ovals<sup>26</sup>.

En 2008, De-Deus y cols.,<sup>27</sup> evaluaron la capacidad de obturación radicular de diferentes técnicas termoplásticas (Thermafil, Onda continua y Compactación termomecánica), en conductos ovals utilizando la técnica de condensación lateral como goldstandard. En este estudio no se empleó cemento sellador para prevenir problemas en la metodología (por ejemplo, la estandarización de la cantidad de cemento que podría dificultar las mediciones del PGFA). Cada muestra se seccionó a 5 mm del foramen apical, basándose en el alto porcentaje de conductos ovals que tienden a decrecer su diámetro a nivel apical. Los resultados del estudio mostraron que las tres técnicas termoplásticas tenían una capacidad de obturación similar, siendo significativamente mejores que la técnica de condensación lateral. Las muestras obturadas con condensación lateral mostraban grandes áreas vacías. Estos resultados concuerdan con otros estudios de De-Deus y cols.,<sup>16,26</sup> y son contrarios a los Peng y cols.,<sup>3</sup> quienes concluyen que el resultado del tratamiento radicular no se ve mejorado por el uso de técnicas termoplásticas. Las imágenes transversales del estudio de De-Deus y cols.,<sup>27</sup> revelaron huecos en casi el 100% de las obturaciones concordando con otro estudio de De-Deus y cols.,<sup>26</sup>, afirmando que la calidad de sellado de conductos ovals se ve comprometida aunque se utilicen técnicas termoplásticas. La hipótesis de De-Deus y cols.,<sup>27</sup> es que el calor proporcionado en las técnicas termoplásticas, parece ser suficiente para obtener obturaciones adecuadas en conductos de forma redonda, sin embargo parece ser insuficiente para obturar conductos ovals. Otro motivo podría ser que el detritus acumulado en los conductos ovals comprometiese la calidad del sellado<sup>27</sup>. En el estudio de Ozawa y cols.,<sup>14</sup> se comparó la efectividad de tres sistemas de obturación para obturar conductos ovals previamente instrumentados con instrumentos rotatorios ProTaper o ProFile. Los resultados mostraban que la gutapercha se adaptaba generalmente bien en el tercio apical, siendo todas las técnicas muy similares entre ellas, mientras que el Thermafil se adaptaba mejor a la forma del conducto en el tercio medio y coronal. De-Deus y cols.,<sup>27</sup> concluyen que dado que las técnicas de obturación termoplásticas tienen una capacidad de sellado similar se debería optar siempre por la más simple y económica, pero no especifican cuál de éstas lo es.

## REMOCIÓN DE LOS OBTURADORES THERMAFIL

Una de las mayores dificultades a las que se tiene que enfrentar un endodoncista es al retratamiento convencional de conductos radiculares ya que los materiales de obturación representan una barrera mecánica, cuya remoción requiere tiempo y esfuerzo<sup>28</sup>. Beasley y cols.<sup>29</sup> explican que, generalmente, suele haber una complejidad añadida cuando se realiza un retratamiento en conductos que contenga algún material que no sea gutapercha como es el caso del vástago de plástico del Thermafil.

El fabricante de Thermafil (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) ha desarrollado recientemente un sistema basado en un vástago que utiliza un núcleo de gutapercha entrelazada en vez de un vástago de plástico llamado GuttaCore<sup>11</sup>. Según el fabricante se puede remover el GuttaCore con mayor facilidad que otros sistemas basados en un vástago<sup>11</sup>. Sin embargo hay que tener en cuenta que el núcleo del GuttaCore se comporta de manera diferente que la gutapercha tradicional ya que no se puede disolver con solventes y es poco susceptible a la plastificación cuando se le aplica calor<sup>29</sup>. El fabricante recomienda utilizar instrumentos de níquel-titanio (NiTi) para la remoción de este material<sup>29</sup> como también se recomienda para el retratamiento de obturaciones con Thermafil<sup>30</sup>.

Beasley y cols.<sup>29</sup> evaluaron en su estudio el tiempo requerido para el retratamiento de GuttaCore, Thermafil Plus y de la técnica con condensación vertical utilizando limas ProTaper Retreatment D1, D2, D3 y la lima ProTaper Universal F3 en conductos moderadamente curvos. Los resultados mostraron que tanto el tiempo que necesitaban las limas para llegar a longitud de trabajo como el tiempo que necesitaban para no poder remover cantidad alguna de los materiales de obturación era más corto para el GuttaCore que para la compactación vertical o el Thermafil Plus.

La efectividad de las limas ProTaper Universal Retreatment (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) para remover materiales de obturación ha sido demostrada por diferentes autores entre ellos Hayakawa y cols.<sup>30</sup> que en su estudio observaron la necesidad de emplear más tiempo para remover vástagos Thermafil Plus en conductos con un mayor diámetro y/o con una mayor conicidad. Dichas limas se utilizaron a 500 rpm<sup>29,30</sup> aunque el fabricante recomienda utilizarlas a una mayor velocidad (1500-2500 rpm) para la penetración inicial<sup>31</sup>. Las limas F3 se utilizaron en el estudio de Beasley y cols.<sup>29</sup> como limas apicales finales argumentando que durante el retratamiento no sólo se requiere una remoción del material de obturación, sino también de la dentina infectada debido a que las limas D3 tienen un diámetro apical que sería insuficiente para remover todos los restos de gutapercha<sup>29</sup>.

En el estudio de Beasley y cols.<sup>29</sup> se perdieron tres muestras durante el retratamiento por la separación de las limas D3, siempre en el grupo del Thermafil. En el estudio de Hayakawa

y cols.<sup>30</sup> no hubo ninguna separación de las limas cuando se procedió al retratamiento de vástagos de Thermafil. Ésto podría deberse a que Hayakawa y cols.<sup>30</sup> utilizaron conductos artificiales en bloques de resina siendo éstos más blandos. La tendencia de las limas ProTaper Retreatment a desespiralizarse o separarse podría atribuirse a una fatiga torsional incrementada en los instrumentos debido al vástago de plástico<sup>29</sup>. El núcleo del GuttaCore muestra un módulo de elasticidad bajo que se fractura fácilmente sometido a cargas torsionales. Esto podría explicar los resultados de Beasley y cols.<sup>29</sup> en los que el GuttaCore ha sido más eficiente para el retratamiento.

En el estudio de Baratto Filho y cols.<sup>28</sup> se evaluó la eficacia de las limas 0.04 ProFile durante el retratamiento de conductos obturados con Thermafil, compactación termomecánica y condensación lateral, registrando el tiempo necesario para remover el material de obturación y conseguir llegar a longitud de trabajo. Aunque la remoción fue incompleta, las limas ProFile llegaron siempre a longitud de trabajo y la remoción del vástago de plástico en el grupo del Thermafil fue exitosa en todas las muestras. El tiempo para remover el material de obturación fue similar en el grupo del Thermafil y la condensación lateral, mientras fue estadísticamente más corto para el grupo de la compactación termomecánica. Según Baratto Filho y cols.<sup>28</sup> el inconveniente de las limas ProFile es la incapacidad de éstas para limpiar adecuadamente conductos largos y conductos con una forma no redonda. Por ello recomiendan emplear instrumentos manuales junto a las limas ProFile para conseguir la remoción completa de los materiales de obturación.

Dado que no había estudios que evaluaban la velocidad rotacional recomendada por el fabricante, Royzenblat y cols.<sup>31</sup> compararon el tiempo necesario para remover los vástagos de Thermafil en conductos estrechos mesiovestibulares de molares mandibulares utilizando el sistema rotatorio ProFile tanto a 300 rpm como a 1.500 rpm. Los resultados mostraron que a mayor velocidad rotacional más rápida era la remoción del vástago, pero se pudo observar que a una mayor velocidad existía una mayor tendencia, aunque no estadísticamente significativa, a separación de limas. Por ello, los autores recomiendan utilizar las limas a 300 rpm.

También se puede emplear una fuente de calor del tipo System B, como método para la remoción del Thermafil. Según Guess<sup>32</sup> el empleo de una fuente de calor simplifica la tarea de remoción y hace que este proceso sea más eficiente y predecible. Guess<sup>32</sup> recomienda utilizar la fuente de calor System B a 370-400°C para retirar el vástago de plástico junto al plugger introducido previamente dentro del conducto. En el estudio de Lipski y cols.<sup>33</sup> también se empleó el System B para la remoción del Thermafil con el objetivo de medir el aumento de temperatura en el exterior de la superficie de la raíz con una cámara de imágenes térmicas. A diferencia de Guess<sup>32</sup>, Lipski y cols.<sup>33</sup> utilizaron System B a 225°C. Se observó que el plugger insertado durante 5 segundos generaba un aumento de la temperatura tres veces más alto de lo

permitido. Tal como se esperaba, la temperatura aumentaba aún más si el plugger se insertaba durante 8 segundos. Según Lipski y cols.,<sup>33</sup> existe la posibilidad de que el ligamento periodontal, hueso alveolar o la vascularización puedan aislar y proteger la unidad periodontal del daño ocasionado por el aumento de temperatura por lo cual esperan repetir este estudio in vivo.

Pirani y cols.,<sup>34</sup> evaluaron la morfología de las paredes de los conductos bajo microscopio electrónico de barrido después de la remoción de dos diferentes tipos de obturación (Thermafil y System B) realizadas con limas Gates Glidden hasta el tercio medio y posteriormente con puntas de ultrasonido ESI, limas rotatorias M-Two o limas manuales K. Ninguna de las técnicas removía completamente los restos del material de obturación de los túbulos dentinarios del tercio apical. Por lo cual Pirani y cols.,<sup>34</sup> concluyen que el retratamiento de conductos obturados con Thermafil se podría realizar con diferentes técnicas.

## RESULTADOS A LARGO PLAZO

Chu y cols.,<sup>35</sup> publicaron en 2005 el primer estudio que proporciona información sobre los resultados clínicos del uso del Thermafil en la obturación endodóntica. Los dientes obturados con Thermafil presentaban un 81% de éxito a los tres años estando clínicamente sanos. Los resultados mostraron que no había diferencia significativa respecto al fracaso endodóntico entre obturaciones realizadas con condensación lateral y Thermafil, lo que sugiere que la técnica del Thermafil es una aceptable alternativa a la condensación lateral realizándose 20 minutos de media más rápido. Variables como la edad de paciente, el periodo de revisión, el tipo de diente o la presencia de periodontitis apical preoperatoria no influyeron significativamente en el resultado del tratamiento, pero sí el tipo de restauración postendodóntica teniendo mayor éxito las restauraciones extracoronales.

En el metaanálisis realizado por Peng y cols.,<sup>3</sup> en el año 2007 se utilizaron 10 estudios clínicos para evaluar el éxito a largo plazo de la técnica de condensación lateral y diferentes técnicas termoplásticas. Se concluyó que la calidad de las obturaciones, el resultado a largo plazo y la prevalencia de dolor postoperatorio eran similares entre los grupos de gutapercha termoplástica y condensación lateral. Los resultados obtenidos en estudios in vivo eran totalmente diferentes a los resultados obtenidos en dientes extraídos o modelos simulados siendo los in vivo obviamente más relevantes para la práctica clínica<sup>3</sup>.

## EL INCONVENIENTE DE ESTA TÉCNICA: LA EXTRUSIÓN DE MATERIAL

Se ha observado que las técnicas termoplásticas reproducen bien el complejo anatómico interno produciendo un sellado tridimensional con menos huecos<sup>36</sup>, pero también se suele producir una sobreobtención de la gutapercha y el cemento más allá de la longitud de trabajo y a través del foramen apical<sup>3,36,37</sup> lo que podría incrementar la probabilidad de complicaciones en el tratamiento<sup>37,38</sup>.

En preparaciones realizadas con ProFile 0.06 y obturadas con Thermafil Plus la incidencia de extrusión apical era de un 30%, mientras que en preparaciones realizadas con ProFile GT y obturadas con Thermafil GT el porcentaje llegaba al 50% sugiriendo que la forma del conducto creada por Profile GT es más propensa a la extrusión de gutapercha<sup>38</sup> y mostrando que la técnica de Thermafil es siempre propensa a la extrusión independientemente de la técnica de instrumentación que se utilice<sup>1,38</sup>.

En un estudio realizado por Heeren y cols.,<sup>39</sup> se compararon obturaciones realizadas con Thermafil Plus y con la técnica Real Seal 1. Se pudo observar con un microscopio que las muestras obturadas con Thermafil presentaban una mayor extrusión cuando la preparación del conducto se había llevado a cabo con una conicidad estándar que con una conicidad variable. Según Heeren y cols.,<sup>39</sup> esto podría deberse al diseño de los obturadores y/o al material de obturación: La posición del vástago dentro del volumen de gutapercha mostraba mayor variabilidad en los obturadores de Thermafil Plus exponiéndose a veces estos vástagos a través de la gutapercha y afectando posiblemente a la fluidez ésta. Otro motivo podría ser la característica de la gutapercha de actuar de forma tixotrópica disminuyendo su viscosidad cuando se aumenta la velocidad de inserción<sup>37</sup>. En el grupo de preparación con conicidad variable la gutapercha llegó hasta longitud de trabajo. Esta conicidad variable pudo además haber influido a que la gutapercha se enfriase lo suficientemente consiguiendo así un mejor control apical<sup>39</sup>.

Levitan y cols.,<sup>37</sup> mostraron en su estudio que una velocidad de inserción alta hace que la gutapercha se adapte mejor a irregularidades en el extremo apical, pero se pierde el control sobre la longitud final que conlleva a una sobreobtención causada por la baja viscosidad de la gutapercha, por lo que recomiendan insertar la gutapercha a una velocidad rápida, pero detenerse antes de llegar a longitud de trabajo (0,88 mm), permitiendo así que la gutapercha fluya hasta la longitud de trabajo deseada<sup>37</sup>.

Dado que hay poca información sobre la tasa de sobreobtención in vivo, Tennert y cols.,<sup>40</sup> realizaron un estudio in vivo en el que compararon a través de radiografías el porcentaje de extrusión de la técnica Thermafil frente a la técnica de condensación vertical (Figura 5). Se observó que en el 80% de las obturaciones realizadas con Thermafil había extrusión frente al 42% de las obturaciones realizadas con condensación vertical. Los resultados mostraron que en el grupo del Thermafil no había diferencia respecto a la extrusión entre dientes unirradiculares y multirradiculares.

En el estudio de Da Silva y cols.,<sup>36</sup> se detectó a través de radiografías sobreobtención en conductos artificiales de plástico tanto de cemento sellador como de gutapercha en todos los conductos obturados con la técnica de Thermafil. Aunque estas observaciones no pueden representar, según los investigadores, una situación clínica ya que la resistencia de los tejidos periapicales y la presión del tejido in vivo podrían reducir la presencia de sobreobtención<sup>36</sup>.

Para disminuir la tasa de sobreobtención Chu y cols.,<sup>35</sup> recomiendan definir la longitud de trabajo con precisión, evitar la destrucción de la constricción apical durante la instrumentación y usar una velocidad de inserción apropiada.

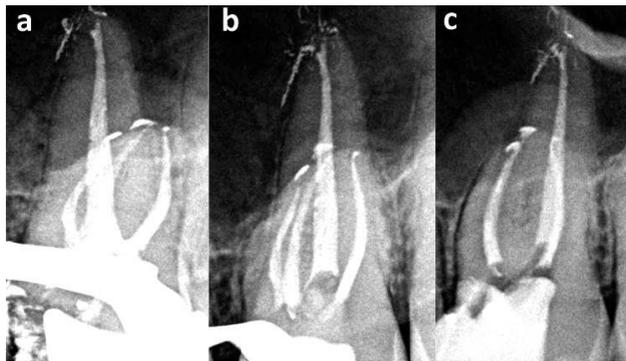


Fig. 5. Extrusión de material de obturación producida durante la condensación vertical en las tres raíces de un primer molar superior izquierdo. En la raíz palatina, la cantidad de material extruido es mayor, probablemente debido a la existencia de un conducto lateral. 5a) Radiografía mesiorradial. 1b) Radiografía ortorradial. 1c) Radiografía distorradial.

## FILTRACIÓN APICAL

La evaluación y comparación de técnicas de obturación actuales es importante para determinar la eficacia relativa del sellado<sup>15</sup>. La mayoría de métodos de evaluación de sellado están basados en estudios de filtración bacteriana o de tinta<sup>15</sup>. La técnica de penetración lineal de tinta representa un método común para explorar la filtración apical de obturaciones radiculares después de diafanizarlos o antes de seccionarlos<sup>1</sup>.

El objetivo de Hata y cols.,<sup>41</sup> era valorar el sellado apical del Thermafil cuando se empleaba con y sin cemento sellador y compararlo con el sellado obtenido con la técnica de condensación lateral. Mientras que en un grupo sólo se obturó con Thermafil, en un segundo grupo se cubrieron las paredes con un cemento de óxido de cinc-eugenol antes de obturar. Posteriormente las muestras se sumergieron en tinta china durante 4 días y a continuación se sometieron a un proceso de diafanización para poder medir el grado de penetración de la tinta. Los resultados mostraron que el mejor sellado a nivel apical se obtenía con la técnica de condensación lateral, aunque este resultado no era estadísticamente significativo. Además se pudo observar que el grupo obturado solamente con Thermafil presentaba significativamente mayores filtraciones, por lo que el empleo de un cemento sellador es esencial como ya lo indica el fabricante de Thermafil en las instrucciones de uso<sup>10,41</sup>.

Schäfer y cols.,<sup>1</sup> evaluaron el efecto de diferentes cementos selladores (RSA RoekoSeal, AH 26 y AH Plus) en la capacidad de sellado del Thermafil y de la técnica de condensación lateral y compararon la filtración apical de ambos sistemas de obturación en conductos curvos y rectos. Al igual que en el estudio de Hata y cols.,<sup>41</sup> los dientes se introdujeron en tinta china y a continuación se diafanizaron. Posteriormente se pro-

cedió a la medición con estereomicroscopio de la penetración lineal de la tinta. Los resultados concuerdan con los de Hata y cols.,<sup>41</sup> mostrando que los conductos obturados con Thermafil sin cemento sellador tienen una mayor penetración de tinta tanto si son rectos como curvos. La capacidad del sellado del Thermafil era similar a la condensación lateral siempre que se utilizara un cemento sellador<sup>1</sup>. Respecto a la utilización de diferentes cementos no se pudo observar diferencia en la penetración de tinta entre los tres cementos<sup>1</sup>. A diferencia de Schäfer y cols.,<sup>1</sup> y Hata y cols.,<sup>41</sup>, Gençoğlu y cols.,<sup>20,21</sup> optaron por seccionar longitudinalmente sus muestras para comprobar el grado de penetración de tinta mediante un estereomicroscopio. Previamente se habían obturado 60 dientes con Thermafil, JS QuickFill, System B y condensación lateral utilizando cemento Kerr e introducidos en 2% de azul de metileno durante 48 horas. Los resultados mostraron que Thermafil y QuickFill tenían menos filtración que los otros dos grupos.

Otro método para medir la filtración es el de transporte de fluidos que realizaron Altundasar y cols.,<sup>25</sup> con el objetivo de investigar la capacidad de sellado del Thermafil y de la técnica de condensación lateral en conductos instrumentados con los sistemas ProTaper y ProFile tanto en presencia de limas separadas como en su ausencia. No se pudieron observar diferencias entre ambas técnicas de obturación en ninguno de los casos.

## ESTUDIOS SOBRE EL CEMENTO SELLADOR

Una obturación radicular óptima debería maximizar el volumen del núcleo de gutapercha y minimizar la cantidad de cemento sellador<sup>15,16</sup>, pues las áreas rellenas de cemento son más vulnerables a la disolución, mientras que la gutapercha tiene mayor estabilidad<sup>16</sup>. El objetivo del estudio de Weis y cols.,<sup>15</sup> era comparar el promedio de grosor del cemento, su profundidad de penetración dentro de los túbulos dentinarios y la frecuencia de huecos a 1, 3 y 5 mm del ápice cuando se obturaba con cuatro diferentes técnicas de obturación. Se pudo observar que, en general, todas las secciones transversales mostraban una capa visible y circunferencial de cemento. Thermafil resultó tener, al igual que en otros estudios<sup>13,14,17</sup>, una capa de cemento de menor grosor y distribuida uniformemente alrededor del perímetro del conducto a todos los niveles<sup>15</sup>. La profundidad de penetración del cemento era similar en todas las técnicas de obturación<sup>14,15</sup>. Weis y cols.,<sup>15</sup> concluyeron que, suponiendo que un mínimo espesor de cemento y pocos huecos son buenos criterios para el sellado a largo plazo, Thermafil era el método de obturación que mejores resultados obtenía. Estos resultados concuerdan con otros estudios<sup>14,19</sup> en los que también se observó que el cemento sellador penetraba ampliamente dentro de los túbulos dentinarios pudiendo resistir probablemente a la filtración bacteriana<sup>15</sup>.

Gulsahi y cols.,<sup>42</sup> observaron que tanto los obturadores de Thermafil como los de GT proporcionaban significativamente menos cemento que el sistema de condensación lateral en el

tercio medio y coronal, lo que implica que los sistemas portadores de vástagos se adaptan mejor al conducto radicular en combinación con su preparación rotatoria correspondiente y minimizan la cantidad de cemento sellador. Sin embargo, en el tercio apical la cantidad de cemento del Thermafil era similar a la de la condensación lateral siendo significativamente mayor que para los obturadores GT. Ésto podría deberse al diseño de los obturadores, pues el instrumento final GT y el obturador tienen el mismo diámetro y la misma conicidad. En cambio en el sistema Thermafil, el tamaño del obturador se determina acorde al verificador que mejor ajuste, teniendo una adaptación menos óptima comparada con la del obturador GT.

## EFFECTO EN LOS MICROORGANISMOS RESIDUALES

El éxito o fracaso de un tratamiento endodóntico depende de la eliminación de microorganismos. Existen pocos estudios que evalúen el efecto de técnicas de obturación en los microorganismos residuales, por lo que no se sabe qué método es el más efectivo en eliminar bacterias remanentes. Por ello Özcan y cols.,<sup>43</sup> decidieron analizar la capacidad de dos cementos selladores AH plus y GuttaFlow y cinco sistemas diferentes de obturación para eliminar bacterias de túbulos dentinarios infectados. El estudio se llevó a cabo infectando 120 dientes uniradiculares con *Enterococcus faecalis* que posteriormente se obturaron y de los que se extrajo polvo de dentina. Ese polvo se diluyó y se inoculó dentro de un medio de crecimiento bacteriano para calcular las unidades de colonias formadoras (CFU) de cada muestra. Los resultados mostraron que el cemento de epoxiresina eliminaba todas las bacterias de los túbulos dentinarios a excepción de cuando se obturaba con Thermafil, encontrándose bacterias en el 80% de las muestras obturadas con Thermafil. Según Özcan y cols.,<sup>43</sup> ésto podría deberse a diferencias en la colocación del cemento. Mientras que en la mayoría de los grupos el cemento se colocó con un léntulo dentro del conducto, en el grupo del Thermafil se colocó solamente en el orificio del conducto. Cuando se utilizaba GuttaFlow se aislaron bacterias en todos los grupos de obturación, siendo sólo efectivo en la técnica de onda continua, por lo que los investigadores concluyen que el cemento GuttaFlow no tiene efecto antibacteriano para *Enterococcus faecalis*, siendo más importante la selección del cemento sellador para eliminar bacterias que el método de obturación<sup>43</sup>.

El objetivo del estudio de Duggan y cols.,<sup>5</sup> era comparar la inflamación periapical y la penetración bacteriana dentro de los conductos obturados con los sistemas Thermafil y Real-Seal 1(RS-1). Este estudio se realizó in vivo en perros de raza beagle a los que se les endodonciaron los premolares. Los dientes obturados con RS-1 mostraban un 9% de inflamación periapical, frente a un 29% en los dientes obturados con Thermafil. Respecto a la filtración bacteriana se pudo observar que los dientes obturados con RealSeal tenían el mismo porcentaje de filtración bacteriana como de inflamación, mientras que en el grupo del Thermafil había presencia de bacterias en un

70% de las muestras. Bajo las condiciones de este estudio RS-1 parece resistir mejor a la filtración bacteriana que Thermafil. Dado que en el grupo del Thermafil solamente un 29% de los dientes presentaba inflamación periapical frente al 70% de los dientes con presencia de bacterias, Duggan y cols.,<sup>5</sup> sugieren que los componentes del Thermafil parecen tener propiedades antibacterianas.

## FILTRACIÓN CORONAL

Karangenç y cols.,<sup>44</sup> compararon cuatro diferentes test de microfiltración (filtración de tinta, test electroquímico, test de filtración bacteriana y filtración de fluidos) para evaluar el sellado coronal de dientes obturados con Thermafil o condensación lateral. Para ello se instrumentaron 144 dientes dividiéndolos en ocho grupos, cuatro de ellos se obturaron con Thermafil y los otros cuatro con condensación lateral. Cada grupo del Thermafil y condensación lateral se expuso a un test de filtración diferente. Los resultados mostraron que la técnica de condensación lateral presentaba menos filtración en el test de filtración de fluidos, mientras el Thermafil presentaba menos filtración que la técnica de condensación lateral en el test de filtración bacteriana. Respecto al test de filtración electroquímica y de tinta no se pudieron observar diferencias entre las dos técnicas. Por lo tanto, los cuatro métodos para evaluar la microfiltración mostraron resultados contradictorios. Según Karangenç y cols.,<sup>44</sup> estos resultados plantean serias dudas acerca de la información obtenida en estudios previos sobre microfiltración y cuestiona la relevancia clínica de los test de filtración in vitro.

## ALTERNATIVAS AL THERMAFIL

Alhashimi y cols.,<sup>45</sup> describieron en su estudio un sistema alternativo al Thermafil con un vástago compuesto de hidroxapatita, óxido de estroncio y polietileno para transportar la gutapercha. Mientras la hidroxapatita y el óxido de estroncio ofrecen una radiopacidad adecuada, el polietileno le proporciona al vástago cierta flexibilidad. En el estudio se compararon las propiedades térmicas de ese vástago con el Thermafil usando calorimetría de barrido diferencial (DSC). Las mediciones mostraron que el rango de temperatura de fusión del nuevo vástago era de 111-112°C frente a los 350°C del Thermafil, pudiéndose remover fácilmente y de forma segura utilizando una fuente de calor convencional a la temperatura entre 85°C y 100°C siendo esta temperatura más adecuada para la aplicación clínica<sup>45</sup> y por debajo del umbral de 200°C que se asocia al riesgo de dañar los tejidos periodontales<sup>33</sup>.

Se pudo observar que el Thermafil presentaba una resistencia significativamente mayor a la tracción que los vástagos de hidroxapatita, polietileno y óxido de estroncio. Sin embargo estos vástagos nuevos son suficientemente resistentes para resistir las fuerzas de tracción a las que se ve normalmente sometido un vástago. El módulo de elasticidad del vástago de Thermafil también era significativamente mayor, lo que es especialmente importante, ya que se requiere una óptima flexibilidad para poder seguir la curvatura de los conductos<sup>45</sup>.

Alhashimi y cols.,<sup>45</sup> concluyen en que se necesitan más estudios para evaluar la capacidad de estos vástagos para seguir las curvaturas y proporcionar un buen sellado, así como comprobar la capacidad de retratamiento frente a nuevos tipos de vástagos como GuttaCore.

También se ha diseñado por Neo Dental Chemical Products una nueva técnica de obturación utilizando una punta de poli-propileno y sulfato de bario como núcleo de un vástago llamado FlexPoint NEO47. Kato y cols.,<sup>46</sup> describieron esta técnica en la que la preparación apical debe tener un diámetro mayor de #40 para que el vástago pueda llegar al extremo apical. El núcleo de FlexPoint tiene que estar cubierto por gutapercha de la jeringa ObturationGuttaNT. Para ello se tiene que insertar el núcleo dentro de la punta de la jeringa y un émbolo lo empuja hacia dentro de la jeringa cubriéndolo con gutapercha termoplástica. Según Kato y cols.,<sup>46</sup> esta técnica ofrece ventajas frente a otras técnicas basadas en un vástago, como la facilidad de retratamiento y un sellado óptimo.

A modo de resumen final, después de todo lo evaluado, podemos decir que Thermafil es una técnica de obturación que consigue un porcentaje de gutapercha dentro del conducto mayor que otras técnicas, pero en ocasiones su vástago se encuentra en contacto con las paredes dentinarias, desplazando la gutapercha. Habría que comprobar cómo afecta dicha situación a una futura filtración. Los estudios llevados a cabo sobre los microorganismos residuales en el conducto tras la obturación endodóntica, reflejan que es más importante el tipo de cemento usado que la técnica en sí.

El ensanchamiento excesivo de los conductos y los istmos o reabsorciones influyen negativamente en la capacidad de obturación del Thermafil. Puede adaptarse a conductos ovales, pero también otras técnicas termoplásticas lo han logrado. Además, el uso de este sistema suele ir asociado a situaciones de sobreobtusión, aunque esto no tiene por qué influir negativamente en el pronóstico del tratamiento.

Lo que sí parece estar claro es que es una técnica rápida, unos 20 minutos más que la condensación lateral, y de fácil aprendizaje.

A la hora del retratamiento, varias técnicas han mostrado ser efectivas, tanto rotatorias como utilizando transportadores de calor, pero conlleva más tiempo que las técnicas de obturación sin vástago interno.

Los pocos estudios in vivo muestran que no hay diferencias significativas respecto al fracaso endodóntico a largo plazo entre obturaciones realizadas con condensación lateral y Thermafil habiendo además una similar prevalencia de dolor postoperatorio entre grupos obturados con condensación lateral o gutapercha termoplástica.

## CONCLUSIONES

1. Thermafil es una técnica que consigue una obturación rápida, homogénea y tridimensional. La capa de cemento a su alrededor es mínima y el sellado a largo plazo satisfactorio.
2. Su curva de aprendizaje es menor que otras técnicas termoplásticas.
3. Como principales inconvenientes, podemos decir que en la mayoría de los casos, va acompañado de una sobreobtusión y que en ocasiones el vástago interno contacta con las paredes del conducto.
4. En caso de retratamiento, requiere más tiempo que otras técnicas y aumenta la probabilidad de fractura de instrumentos.
5. Está indicada para todo tipo de conductos, a excepción de aquellos con reabsorciones internas o ausencia de constricción apical.
6. La mayoría de los estudios han sido realizados ex vivo por lo que los resultados no se pueden extrapolar directamente a la práctica clínica.
7. GuttaCore parece facilitar el tiempo de retratamiento pero faltan estudios sobre su comportamiento clínico a largo plazo.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Schäfer E, Olthoff G. Effect of three different sealers on the sealing ability of both Thermafil obturators and cold laterally compacted Gutta-Percha. *J Endod* 2002; 28 (9): 638-42.
2. Jarrett IS, Marx D, Covey D, Karmazin M, Lavin M, Gound T. Percentage of canals filled in apical cross sections - an in vitro study of seven obturation techniques. *Int Endod J* 2004; 37 (6): 392-8.
3. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X. Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *J Endod* 2007; 33 (2): 106-9.
4. Johnson WB. A new gutta-percha technique. *J Endod* 1978; 4 (6): 184-8.
5. Duggan D, Arnold RR, Teixeira FB, Caplan DJ, Tawil P. Periapical inflammation and bacterial penetration after coronal inoculation of dog roots filled with Real-Seal 1 or Thermafil. *J Endod* 2009; 35 (6): 852-7.
6. Cantatore GC, Johnson WB. The Thermafil System. In: Castellucci A, Editor. *Endodontics*. 2nd ed. Firenze: Il Tridente; 2005, pp. 701-729.
7. Johnson WT, Gutmann JL. Obturación del sistema de conductos radiculares una vez limpios y remodelados. En: Cohen S, Kenneth MH, Directores. *Vías de la pulpa*. 9ª edición. Madrid: Elsevier; 2008, pp. 394-396.
8. Canalda Sahli C. Obturación de los conductos radiculares. En: Canalda Sahli C, Brau Aguadé E, Directores. *Endodontia*. 2ª edición. Barcelona: Masson; 2006, pp. 227-228.
9. Whitworth J. Methods of filling root canals: principles and practices. *Endodontic Topics* 2005; 12 (1): 2-24.
10. Thermafil – Folleto. Accesible en URL: [http://www2.dentsplymaillefer.com/#/218x624/218x7719/line\\_218x7730/product\\_218x7751/](http://www2.dentsplymaillefer.com/#/218x624/218x7719/line_218x7730/product_218x7751/). Consultada: 4. 10. 2012.
11. GuttaCore – Folleto. Accesible en URL: [http://www2.dentsplymaillefer.com/#/218x624/218x7719/line\\_218x7730/product\\_218x8990/](http://www2.dentsplymaillefer.com/#/218x624/218x7719/line_218x7730/product_218x8990/). Consultada: 4. 10. 2012.
12. Anbu R, Nandini S, Velmurugan N. Volumetric analysis of root fillings using spiral computed tomography: an in vitro study. *Int Endod J* 2010; 43 (1): 64-8.
13. De-Deus G, Maniglia-Ferreira CM, Gurgel-Filho ED, Paciornik S, Machado AC, Coutinho-Filho T. Comparison of the percentage of gutta-percha-filled area obtained by Thermafil and System B. *Aust Endod J* 2007; 33 (2): 55-61.
14. Ozawa T, Taha N, Messer HH. A comparison of techniques for obturating oval-shaped root canals. *Dent Mater J* 2009; 28 (3): 290-4.
15. Weis MV, Parashos P, Messer HH. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. *Int Endod J* 2004; 37 (10): 653-63.
16. De-Deus G, Gurgel-Filho ED, Magalhães KM, Coutinho-Filho T. A laboratory analysis of gutta-percha-filled area obtained using Thermafil, System B and lateral condensation. *Int Endod J* 2006; 39 (5): 378-83.
17. Somma F, Cretella G, Carotenuto M, Pecci R, Bedini R, De Biasi M, Angerame D. Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 2011; 44 (4): 362-9.
18. ElAyouti A, Kiefner P, Hecker H, Chu A, Löst C, Weiger R. Homogeneity and adaptation of endodontic fillings in root canals with enlarged apical preparation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 108 (3): e141-6.
19. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Bernardineli N, Graeff MS, Garcia RB, de Moraes IG, Debelian G. A preliminary study of the percentage of sealer penetration in roots obturated with the Thermafil and RealSeal-1 obturation techniques in mesial root canals of mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 108 (6): 961-8.
20. Gençoğlu N. Comparison of 6 different gutta-percha techniques (part II): Thermafil, JS Quick-Fill, Soft Core, Microseal, System B, and lateral condensation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 96 (1): 91-5.
21. Gençoğlu N, Garip Y, Baş M, Samani S. Comparison of different gutta-percha root filling techniques: Thermafil, Quick-fill, System B, and lateral condensation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 93 (3): 333-6.
22. Marciano MA, Ordinola-Zapata R, Cunha TV, Duarte MA, Cavenago BC, Garcia RB, Bramante CM, Bernardineli N, Moraes IG. Analysis of four gutta-percha techniques used to fill mesial root canals of mandibular molars. *Int Endod J* 2011; 44 (4): 321-329.
23. Gençoğlu N, Yildirim T, Garip Y, Karagenc B, Yilmaz H. Effectiveness of different gutta-percha techniques when filling experimental internal resorptive cavities. *Int Endod J* 2008; 41 (10): 836-42.
24. De-Deus G, Barino B, Marins J, Magalhães K, Thuanne E, Kfir A. Self-adjusting file cleaning-shaping-irrigation system optimizes the filling of oval-shaped canals with thermoplasticized gutta-percha. *J Endod* 2012; 38 (6): 846-9.
25. Altundasar E, Sahin C, Ozcelik B, Cehreli ZC. Sealing properties of different obturation systems applied over apically fractured rotary nickel-titanium files. *J Endod* 2008; 34 (2): 194-7.
26. 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* 2008; 41 (3): 183-90.
27. De-Deus G, Reis C, Beznos D, de Abranches AM, Coutinho-Filho T, Paciornik S. Limited ability of three commonly used thermoplasticized gutta-percha techniques in filling oval-shaped canals. *J Endod* 2008; 34 (11): 1401-5.
28. Baratto Filho F, Ferreira EL, Fariniuk LF. Efficiency of 0.04 taper Profile during the re-treatment of gutta-percha-filled root canals. *Int Endod J* 2002; 35 (8): 651-4.
29. Beasley RT, Williamson AE, Justman BC, Quian F. Time Required to Remove GuttaCore, Thermafil Plus, and Thermoplasticized Gutta-percha from Moderately Curved Root Canals with ProTaper Files. *J Endod* 2013; 39 (1): 125-128.
30. Hayakawa T, Tomita F, Okiji T. Influence of the diameter and taper of root canals on the removal efficiency of Thermafil Plus plastic carriers using ProTaper Retreatment Files. *J Endod* 2010; 36 (10): 1676-8.
31. Royzenblat A, Goodell GG. Comparison of removal times of Thermafil plastic obturators using Profile rotary instruments at different rotational speeds in moderately curved canals. *J Endod* 2007; 33 (3): 256-8.
32. Guess, G. Predictable Thermafil Removal Technique Using the System-B Heat Source. *J Endod* 2004; Vol. 30 (1): 61.
33. Lipski M, Wozniak K. In vitro Infrared thermographic assessment of root surface temperature rises during Thermafil retreatment using system B. *J Endod* 2003; 29 (6): 413-5.
34. Pirani C, Pelliccioni GA, Marchionni S, Montebugnoli L, Piana G, Prati C. Effectiveness of three different retreatment techniques in canals filled with compacted gutta-percha or Thermafil: a scanning electron microscope study. *J Endod* 2009; 35 (10): 1433-40.
35. Chu CH, Lo EC, Cheung GS. Outcome of root canal treatment using Thermafil and cold lateral condensation filling techniques. *Int Endod J* 2005; 38 (3): 179-85.

36. Da Silva D, Endal U, Reynaud A, Portenier I, Ørstavik D, Haapasalo M. A comparative study of lateral condensation, heat-softened gutta-percha, and a modified master cone heat-softened back-filling technique. *Int Endod J* 2002; 35 (12): 1005-11.
37. Levitan ME, Himel VT, Luckey JB. The effect of insertion rates on fill length and adaptation of a thermoplasticized gutta-percha technique. *J Endod* 2003; 29 (8): 505-8.
38. Robinson MJ, McDonald NJ, Mullally PJ. Apical Extrusion of Thermoplasticized Obturating Material in Canals Instrumented with Profile 0.06 or Profil GT. *J Endod* 2004; 30 (6): 418-21.
39. Heeren TJ, Levitan ME. Effect of Canal Preparation on Fill Length in Straight Root Canals Obturated with RealSeal 1 and Thermafil Plus. *J Endod* 2012; 38 (10): 1380-2.
40. Tennert C, Jungbäck IL, Wrbas KT. Comparison between two thermoplastic root canal obturation techniques regarding extrusion of root canal filling- a retrospective in vivo study. *Clin Oral Invest* 2013; 17 (2): 449-54.
41. Hata G, Kawazoe S, Toda T, Weine F. Sealing Ability with and without Sealer. *J Endod* 1992; 18 (7): 322-326.
42. Gulsahi K, Cehreli ZC, Kuraner T, Dagli FT. Sealer area associated with cold lateral condensation of gutta-percha and warm coated carrier filling systems in canals prepared with various rotary NiTi systems. *Int Endod J* 2007; 40 (4): 275-81.
43. Özcan E, Eldeniz AU, Arı H. Bacterial killing by several root filling materials and methods in an ex vivo infected root canal model. *Int Endod J* 2011; 44(12): 1102-9.
44. Karagenç B, Gençoğlu N, Ersoy M, Cansever G, Külekçi G. A comparison of four different microleakage tests for assessment of leakage of root canal fillings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006; 102 (1): 110-3.
45. Alhashimi RA, Mannocci F, Foxton RM, Deb S. Synthesis and Preliminary Evaluation of a Polyolefin-based Core for Carrier-based Root Canal Obturation. *J Endod* 2012; 38 (7): 983-6.
46. Kato H, Nakagawa K. FP core carrier technique: thermoplasticized gutta-percha root canal obturation technique using polypropylene core. *Bull Tokyo Dent Coll* 2010; 51 (4): 213-20.
47. JOE Editorial Board. Obturation of the root canal system: an online study guide. *J Endod* 2008; 34 (5 Suppl): e37-e43.
48. Buchanan LS. The continuous wave of obturation technique for enhanced precision. *Roots* 2010; 6 (3): 6-8.