



ARTÍCULO
ORIGINAL

Artículo ganador del Premio al Mejor Artículo Científico Universidades de la CAM 2014

ESTUDIO IN VITRO ALEATORIZADO DE LA CAPACIDAD DE OBTURACIÓN DE GUTTACORE Y THERMAFIL PLUS MEDIANTE CORTES TRANSVERSALES

Algar Pinilla, J., Estévez Luaña, R., Valencia de Pablo, O., Pérez Alfayate, R., Cisneros Cabello, R. Estudio in vitro aleatorizado de la capacidad de obturación de Guttacore y Thermafil plus mediante cortes transversales. *Cient. Dent.* 2014; 11; 3: 163-168.



Algar Pinilla, Juan

Doctor en Odontología. Profesor de Prácticum e Iniciación a la Práctica de Adultos. Universidad Europea de Madrid.

Estévez Luaña, Roberto

Profesor Máster Endodoncia Avanzada. Universidad Europea de Madrid.

Valencia de Pablo, Óliver

Doctor en Odontología. Profesor Máster Endodoncia Avanzada. Universidad Europea de Madrid.

Pérez Alfayate, Ruth

Máster Endodoncia Avanzada. Profesora de Prácticum e Iniciación a la Práctica de Adultos. Universidad Europea de Madrid.

Cisneros Cabello, Rafael

Doctor en Medicina y Cirugía. Director del Máster de Endodoncia Avanzada. Universidad Europea de Madrid.

Indexada en / Indexed in:

- IME
- IBECS
- LATINDEX
- GOOGLE ACADÉMICO

Correspondencia:

Dr. Juan Algar Pinilla
Clínica Odontológica de Madrid
Pº de Santa María de la Cabeza, 92
28045 Madrid
juan.algar@gmail.com
Tel.: 609 787 994

Fecha de recepción: 13 de mayo de 2014.
Fecha de aceptación para su publicación:
23 de octubre de 2014.

RESUMEN

El éxito del tratamiento de conductos radica en una adecuada limpieza, conformación y obturación de los mismos.

Objetivo: Comparar el PGFA (porcentaje del área rellena por gutapercha) de la obturación de conductos entre el sistema Guttacore™ y el sistema Thermafil Plus® mediante cortes histológicos.

Metodología: Se realizó estudio in vitro aleatorizado sobre 23 conductos cuya curvatura se comprendía entre 21-40°. Los conductos se instrumentaron hasta un calibre apical de 30.04. Tras realizar irrigación final ultrasónica pasiva, se obturaron los conductos con los sistemas Thermafil Plus® y Guttacore™. Se les realizaron cortes histológicos a 2, 5 y 8 mm del extremo apical. Se fotografió la superficie de los cortes a 2,5x aumentos. Calculamos el PGFA de las muestras.

Resultados: Todos los conductos obtuvieron medias superiores al 95% en PGFA (Guttacore: 98,16% a 2 mm, 96,77% a 5 mm y 98,46% a 8 mm; Thermafil: 98,73% a 2 mm, 98,89% a 5 mm y 100% a 8 mm). Existieron diferencias significativas entre ambos grupos en el corte a 8 mm ($p=0,011$).

Conclusiones: 1) Thermafil Plus™ obtiene significativamente mayor PGFA en corte a 8 mm. 2) No existen diferencias significativas a 2 y 5 mm. 3) Se necesitan nuevos estudios comparativos de Guttacore™ con otros sistemas de obturación.

PALABRAS CLAVE

Guttacore; Thermafil; Conducto radicular; Obturación.

IN VITRO RANDOMIZED STUDY OF THE SEALING ABILITY OF GUTTACORE AND THERMAFIL PLUS USING CROSS SECTIONS

ABSTRACT

The success of the root canal treatment takes of in a suitable cleaning, shaping and obturation of the root canal system.

Aim: To compare the PGFA (percentage of guttapercha-filled area) obtained by Guttacore and Thermafil Plus obturation systems using histologic sections.

Methodology: a randomized in vitro trial was done on 23 canals in which the angle of curvature was between 21-40°. The instrumentation was done until a 30.04 file reach the working length. After the final irrigation activated with ultrasound, canals were obturated with Thermafil Plus and Guttacore obturation systems. Horizontal sections were cut 2, 5 and 8mm from the apical foramen of each tooth. The crosssectional area of the samples were taken under photographs to 2.5x increases. The PGFA was calculated.

Results: All the canals obtained more than 95% in average of PGFA (Guttacore: 98,16% at 2 mm, 96,77% at 5 mm and 98,46% at 8 mm; Thermafil: 98,73% at 2 mm, 98,89% at 5 mm and 100% at 8 mm). Significant differences were found between the groups in the cross-sectional area at 8 mm ($p=0,011$).

Conclusions: 1) Thermafil plus gets significantly higher values of PGFA in the cross-sectional area at 8 mm. 2) No significant difference was found between 2 and 5 mm 3) Other studies about comparison of Guttacore are needed.

KEY WORDS

Guttacore; Thermafil; Root canal; Obturation.

INTRODUCCIÓN

El objetivo ideal de la obturación es sellar todas las vías de filtración entre la cavidad oral, el sistema de conductos y los tejidos perirradiculares¹. Esto se suele conseguir con gutapercha y cemento sellador. Las proporciones entre los componentes orgánicos e inorgánicos que se utilizan en los conos endodónticos comercialmente disponibles tienen influencia en las propiedades termomecánicas de la gutapercha²⁻⁴. Esto puede conducir a variaciones en la fragilidad, rigidez, resistencia a la tracción, así como en el flujo, la plasticidad, la elongación, la fuerza de tensión inherente y en el comportamiento térmico²⁻³. Por ello el proceso de manufacturación, y los aditivos, al margen de la técnica elegida en la obturación, podrían tener su influencia en el resultado final de la obturación y, consecuentemente en el sellado del sistema de conductos radiculares⁵.

Ben Johnson⁶ introdujo el uso de un portador (inicialmente metálico) recubierto de gutapercha alfa para obtener los conductos. De aquí surgió el sistema Thermafil® (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK). Consta de un vástago de plástico recubierto por gutapercha alfa indicado para la obturación de conductos largos, estrechos y en los curvos. Presenta unos buenos resultados en cuanto al relleno de gutapercha⁷⁻⁹ y filtración¹⁰⁻¹².

Recientemente ha surgido un nuevo sistema de obturación con vástago de gutapercha llamado Guttacore™ (DENTSPLY Tulsa Dental Specialties). Este obturador posee un núcleo central de gutapercha reticulada (obtenido mediante un procedimiento químico) recubierto de gutapercha alfa. Según el fabricante, la gutapercha reticulada ejerce una fuerza hidráulica que empuja a la de recubrimiento a través de todos los recovecos del sistema de conductos. También describen que Guttacore presenta las mismas indicaciones que Thermafil, presentando como ventaja la facilidad de remoción, en caso de retratamiento, o para colocar un poste¹³.

Uno de los aspectos evaluados a la hora de testar la calidad de un sistema de obturación es el porcentaje de área relleno de gutapercha (PGFA). El objetivo de este estudio *in vitro* fue comparar el PGFA de la obturación de conductos con el sistema Guttacore y el sistema Thermafil Plus mediante cortes transversales en conductos curvos. La hipótesis nula fue que no existieran diferencias estadísticamente significativas entre el PGFA de ambos grupos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Seleccionamos 23 conductos de molares superiores, con un grado de curvatura entre 21-40°¹¹ almacenados en formol tamponado hasta su uso. Posteriormente, procedimos a la inmersión de las muestras durante dos horas en hipoclorito de sodio al 4% y se removió toda la superficie de cálculo mediante ultrasonidos.

Realizamos las aperturas con fresa H7 (Kalma, Madrid, España) y EndoZ (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza). La longitud de trabajo se estableció con magnificación, y restando 1 mm a la longitud de la lima K10 cuando salía por el foramen apical. Se realizaron radiografías para obtener el ángulo y radio de curvatura mediante el método de Iqbal¹⁴. Tras las mediciones se realizó un muestreo estratificado dividiendo la

muestra en dos grupos (con el fin de otorgar igualdad de dificultad a los grupos de obturación) y se bloquearon los ápices con cianoacrilato para crear un sistema cerrado¹⁵.

Posteriormente realizamos el preflaring rotatorio con S1 y Sx del sistema Protaper™ (Dentsply-Maillefer), acabando la instrumentación en un 30.04¹⁶ del sistema Profile® (Dentsply-Maillefer).

La irrigación que utilizamos fue de 2 ml de hipoclorito sódico al 4,25% entre lima y lima dispensado en jeringa Monoject 27G con salida lateral (Vista dental Products, Racine, WI) insertada hasta 3 mm de la longitud de trabajo.

Antes de la irrigación final, sorteamos mediante el método "cara-cruz" los dos grupos obtenidos previamente para asignarles la realización de la obturación con el sistema Guttacore (Grupo 1) y Thermafil Plus (Grupo 2). Tras la asignación de grupos se utilizaron los verificadores correspondientes.

El protocolo de irrigación final consistió en hipoclorito sódico 4,25% activado ultrasónicamente 30 segundos¹⁷ mediante IRRsafe IRR20 de 25 mm (Satelec), EDTA 17% activado 30 segundos y lavado final con 5 ml de hipoclorito sódico al 5,25% sin activación⁸.

Una vez secos los conductos con puntas de papel, mezclamos cemento AH-Plus® (Dentsply-Maillefer) siguiendo las instrucciones del fabricante, depositando 0,05 ml de cemento en el conducto ayudados por una jeringa de insulina con el fin de estandarizar la cantidad que accede al interior de él⁸. Se extendió el cemento ayudados de punta 25.04 de Endoactivator (Dentsply-Maillefer) situada a 2 mm de la longitud de trabajo en movimiento de entrada y salida durante 10 segundos. La punta de Endoactivator se limpió entre aplicación y aplicación con algodón impregnado en alcohol. A continuación, se obturaron los grupos 1 y 2 de la siguiente manera. Se seleccionó en el horno Thermaprep Plus (Dentsply-Maillefer) la temperatura acorde al obturador a insertar. En nuestro caso se utilizaron obturadores 30.04 de Thermafil y de 25 para Guttacore siguiendo instrucciones del fabricante (Tabla 1). Una vez establecida la longitud del obturador se introduce en el horno y se espera hasta la señal acústica. Tras la fase de calentamiento el obturador se extrae del horno y sin demora se introduce directamente en el conducto a una velocidad de 3 mm/seg¹⁸. Una vez llevado a la longitud de trabajo se corta la parte coronal del vástago con fresa H7 en el caso de Thermafil. En el caso de Guttacore con flexionar el vástago se consigue su separación del obturador. Tras separar el vástago, se condensó con plugger de Buchanan (SybronEndo Corporation, Orange, CA). Tras la compactación de la zona coronal se colocó Cavit G (3M ESPE, St. Paul, Minnesota, United States). Nuestro control negativo fueron conductos instrumentados a 30.04 sin obturar (Figura 1).

Tras la obturación almacenamos los especímenes a 37°C y 100% de humedad durante 14 días con el fin de dejar que el cemento sellador fragüe adecuadamente¹⁹⁻²⁰. Transcurridas las dos semanas realizamos cortes a -2 mm (se le denominó apical), -5 mm (medio) y -8 mm (coronal) del ápice radicular con un disco diamantado a baja velocidad (200 R.P.M.) e irrigación continua con el fin de evitar el calentamiento de la superficie del diente.

TABLA 1: INSTRUCCIONES DE FABRICANTE DE GUTTACORE.

GUTTACORE™ OBTURATORS

FINAL SHAPE .04 TAPER	GUTTACORE OBTURATOR	FINAL SHAPE .06 TAPER	GUTTACORE OBTURATOR
20/.04	-	20/.06	20
25/.04	20	25/.06	25
30/.04	25	30/.06	30
35/.04	30	35/.06	35
40/.04	35	40/.06	40
45/.04	40	45/.06	45
50/.04	45	50/.06	50
55/.04	50	55/.06	55
60/.04	55	60/.06	60
70+/.04	60	70+/.06	70
80+/.04	70	80+/.06	80
90+/.04	80	90+/.06	90

Cuando la conicidad de la preparación es de 0,04, seleccionar un obturador Guttacore con un calibre menos de la última lima que llegó a longitud de trabajo. Si la conicidad es de 0.06 seleccionar un obturador Guttacore del mismo calibre que la última lima que llegó a la longitud de trabajo.

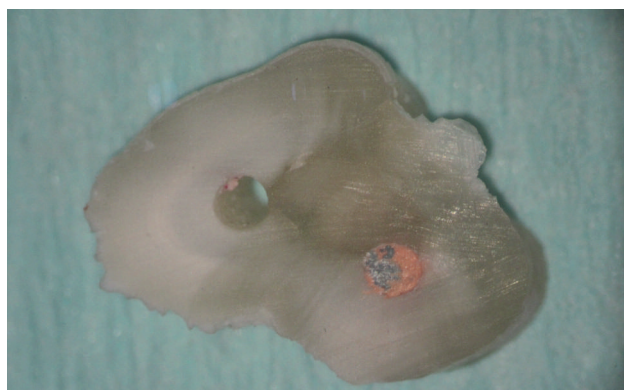


Figura 1: Control negativo.

Posteriormente, procedimos a la visualización a 20 aumentos de la superficie de corte con el microscopio quirúrgico Zeiss® OPMI pico (Carl Zeiss Vision, Hallbergmoos, Germany). Cada imagen se analizó mediante el software ImageJ 1.47 (National Institutes of Health, USA). Señalamos el perímetro interno del conducto principal, el externo de la gutapercha y el de los huecos (Figura 2). Con dichos perímetros calculamos el área total del conducto, el área ocupada por la gutapercha (en técnicas de obturación con vástago, consideraremos como gutapercha el portador), así como el porcentaje de superficie ocupada por los huecos en la obturación. La diferencia entre el área total del conducto y la suma de las áreas correspondientes a la gutapercha y los huecos nos proporcionará el porcentaje de área que ocupe en el conducto el cemento sellador. El PGFA se calculó siguiendo el método de Eguchi y cols.²¹.

Los registros obtenidos de los cálculos del PGFA se volcaron en una tabla excel (Microsoft Office, León, España) obteniéndose la media y la desviación estándar; se procesaron y analizaron los datos con el paquete estadístico SPSS 15.0 (SPSS Inc., Chicago, Ill., EEUU).

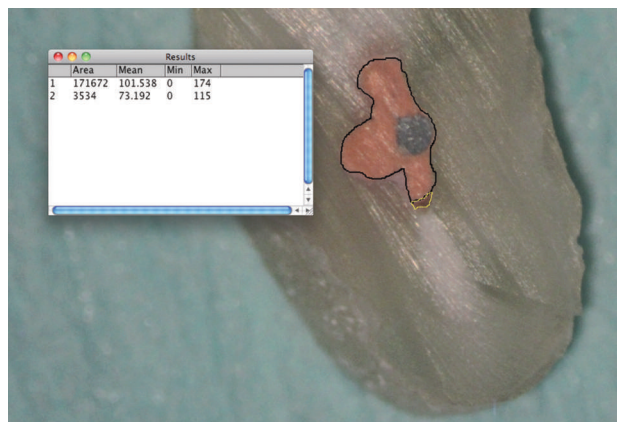


Figura 2: Cálculo de áreas mediante Image J.

Para el análisis estadístico se realizó test de U Mann Whitney. Para todas las pruebas se aceptará un valor de significación del 5%.

RESULTADOS

La media de PGFA superó el 96% en ambos grupos y en todos los cortes (Tabla 2). Para mejor entendimiento de los cortes, denominamos “apical” al corte a 2 mm, “medio” al corte a 5 mm y “coronal” al corte a 8 mm. Existieron diferencias estadísticamente significativas en el corte a 8 mm (p=0,011) siendo Thermafil el grupo que mayor PGFA obtuvo (Tabla 2). No existieron diferencias estadísticamente significativas del PGFA en los cortes a 2 mm (p=0,852) y 5 mm (p= 0,278).

DISCUSIÓN

Los objetivos del tratamiento de conductos son la limpieza, conformación y sellado tridimensional del espacio pulpar. En la actualidad no existe ningún sistema de obturación que sea capaz de sellar completamente el sistema de conductos¹⁶. No obstante se acepta que, si se han cumplido las premisas anteriormente citadas, obtendremos resultados favorables en la mayoría de las ocasiones²².

Los sistemas Thermafil Plus y Guttacore están compuestos por un vástago recubierto por gutapercha alfa. En el caso de Thermafil Plus el vástago está compuesto por polisulfona, mientras que en el caso de Guttacore será de gutapercha reticulada. La función de estos vástagos es transportar la gutapercha calentada hasta al interior del conducto y ejercer una fuerza hidráulica que la empuje junto al cemento sellador por todos los recovecos que forman el sistema de conductos. Cuando se calienta un obturador de Thermafil Plus o Guttacore se va a cambiar el estado de la gutapercha de recubrimiento a la fase amorfa (acristalina). Dentro de esta fase, la gutapercha tendrá mucha menor deformación elástica (reversible) y se comportará como un líquido de alta viscosidad que fluye en virtud del estrés aplicado²³. De esta forma, conforme avanza el obturador, se va a ir desplazando la gutapercha a lo largo y ancho del conducto.

Los resultados que hemos obtenido plantean que pueden existir diferencias entre un sistema de obturación y otro en base a la variable estudiada (PGFA).

TABLA 2. RESULTADOS DE LOS DIFERENTES GRUPOS (GUTTACORE Y THERMAFIL) EN LOS DISTINTOS CORTES. DATOS DE PGFA

ZONAS DE CORTE	n=11 GUTTACORE $\bar{X} \pm DE$	n=12 THERMAFIL $\bar{X} \pm DE$	P*
Apical (-2 mm)	98,16 \pm 4,304	98,73 \pm 3,337	P=0,852
Medio (-5 mm)	96,77 \pm 5,317	98,89 \pm 2,257	P=0,278
Coronal (-8 mm)	98,46 \pm 2,306	100,00 \pm 0,000	P=0,011

*Valores de p dados por el test de Mann Whitney.

En nuestro estudio, ambos obturadores presentaron unas áreas de relleno muy elevadas (Figura 3). Thermafil Plus se comportó mejor que Guttacore en la obturación en el corte a -8 mm, no habiendo diferencias estadísticamente significativas en los dos cortes restantes (aunque el mayor porcentaje de huecos y la media menor de PGFA se observó en el grupo de Guttacore). El menor porcentaje obtenido al obturar con Guttacore pensamos que podría ser debido a diversas causas. Una de ellas es la menor masa del obturador Guttacore. En el estudio se utilizaron obturadores Guttacore de 25 y Thermafil de 30.04 (las instrucciones del fabricante de Guttacore recomiendan el uso de un calibre menor al apical cuando la conicidad es del 4%). La mayor masa de Thermafil podría tener su influencia a la hora de ser empujada en el conducto. También la composición del vástago es posible que intervenga. El vástago de Thermafil Plus, al ser más rígido, es posible que desplace con más eficacia la gutapercha de recubrimiento y sea menos sensible a las posibles interferencias debidas a las irregularidades del conducto.

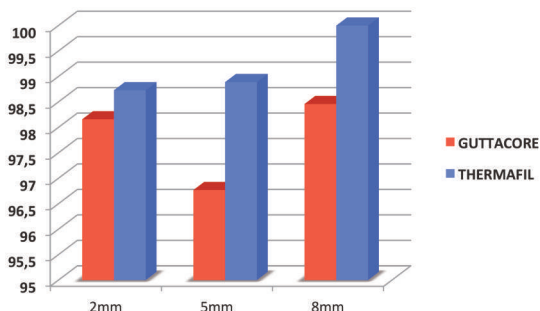


Figura 3: Porcentaje del área rellena por gutapercha.

En cuanto a Guttacore, nos sorprendió la deformación que sufre el núcleo. Es posible que el vástago sea excesivamente blando y sufra deformación mientras se inserta con la pérdida de efectividad a la hora de embolizar la gutapercha amorfa en el interior del conducto. Una futura línea de investigación derivada de este trabajo podría ser la comprobación de la existencia o no de interfase entre la gutapercha reticulada del núcleo y la de recubrimiento.

La metodología utilizada en nuestro estudio sólo es comparable para sistemas de obturación con vástago, pero la dificultad de encontrar estudios sobre la obturación con Guttacore nos hace considerar conceptos empíricos de ensayo-error hasta que la investigación de la obturación con este sistema sea más amplia. El hecho de tener el sistema Guttacore un volumen de

gutapercha de recubrimiento menor, una menor resistencia en su vástago y un enfriamiento más brusco podría justificar la presencia de mayor número de poros en la obturación y la presencia de unos valores inferiores de PGFA debido a que el empuje probablemente sea menor y la contracción de la masa de gutapercha mayor. La desviación estándar en las mediciones de Guttacore fue mayor que en el grupo de Thermafil Plus. Esto nos lleva a pensar que la obturación con el sistema Guttacore es más sensible a la técnica y la destreza del operador. La mayor integridad estructural del vástago de Thermafil Plus nos va a permitir realizar una colocación más progresiva y predecible.

En nuestra experiencia clínica, Thermafil Plus se manipuló con mayor facilidad. Gracias al vástago de plástico permitía bajarlo progresivamente a una velocidad de 3mm/seg hasta finalizar a la longitud de trabajo¹⁸. En el caso de Guttacore, con el mismo ratio de inserción, comprobamos que al llegar al final nos costaba trabajo llevar el obturador a la longitud de trabajo y que el vástago de gutapercha reticulada se doblaba o rompía. Pensamos que el tiempo de inserción de Guttacore debería ser menor que en el caso de Thermafil Plus, ya que nos da la sensación de que tiene un peor comportamiento tixotrópico, probablemente debido a las propiedades del vástago. También podría haber influido la temperatura a la que se calientan los obturadores, aunque el calentamiento de ambos se realizó siguiendo las instrucciones del fabricante. Estas afirmaciones se deberían testar en futuras investigaciones.

En la actualidad, no existen estudios que midan el nivel de obturación que nos aporta el sistema Guttacore. El sistema Thermafil proporciona un adecuado sellado del sistema de conductos así como facilidad en su manejo^{10,17,19,24}. Una de sus desventajas es la dificultad en su remoción y en la preparación de los conductos para recibir un poste en su interior^{25,26}. Por estos motivos surgió la idea de crear el sistema Guttacore.

Generalmente se acepta la teoría de que la gutapercha aumentará su volumen y el cemento lo disminuirá conforme obturamos el conducto debido al empuje que ejerce sobre él al ir rellenando. Lo ideal es que la masa de gutapercha sea máxima y el volumen de sellador mínimo para que la obturación sea menos sensible a la filtración^{19,27}. La filtración se va a producir en las interfases entre la dentina y la gutapercha, dentina y cemento sellador o entre la gutapercha y el cemento. También, esta filtración va a depender del espesor de la capa de sellador (cuanto mayor espesor, mayor contracción y mayor filtración)²⁰ y va a sufrir una disolución dependiente del tiempo. Por tanto, cuanto menor sea la capa de cemento, mejor capacidad de sellado va a tener una técnica de obturación debido a que habrá una menor contracción del mismo²⁷. Está descrita la muy buena adaptación de la gutapercha a las paredes del conducto obturado con el sistema Thermafil™ así como el mínimo espesor de la capa de cemento sellador²⁷. En nuestro estudio la capa de sellador en todas las muestras fue ínfima, obteniendo una media de porcentaje de relleno de gutapercha superior al 98% (se ha considerado al vástago como parte integrante de la gutapercha).

Con la medición de PGFA podemos cuantificar el relleno que se hace del conducto radicular por parte de estos sistemas. En la literatura se ha utilizado este método para comparar la

calidad de diversas técnicas de obturación^{7-8,28-31}, comparar la correlación entre limas y gutapercha de un mismo sistema³² así como para evaluar el sellado tridimensional de reabsorciones internas³³. Otros estudios han medido el porcentaje del volumen obturado (POV) mediante tomografía espiral computarizada³⁴.

En nuestro estudio la media de PGFA para Thermafil Plus fue de 98,73% mientras que para Guttacore fue de 98,16%. Los datos obtenidos por el grupo Guttacore en este estudio coinciden con los que obtuvieron De-Deus y cols.,¹⁹ en su estudio con Thermafil Plus; mientras que en nuestro grupo Thermafil Plus el porcentaje obtenido fue superior. Al igual que este autor, también observamos que el grado de dispersión de los datos fue muy pequeño (3%). En otro estudio de este mismo autor³⁵ se obtuvo un PGFA de 88,12%±16 en tercio apical. Para el tercio medio obtuvo 91,4%±13,25. Somma y cols.³⁶ obtuvieron un sellado de 99,023±1,204. Estos porcentajes tan altos de PGFA en los estudios unidos a la baja desviación estándar podría ser explicado porque Thermafil Plus™ es una técnica poco dependiente del operador y realmente se adapta bien a la anatomía del conducto.

Al observar los cortes transversales denotamos cómo en algunos de ellos el vástago ocupaba una zona lateral en el conducto, entrando en contacto directo con las paredes radiculares. Lo deseable sería que el vástago estuviera recubierto en su totalidad por gutapercha. Estudios de citotoxicidad de Thermafil Plus en fibroblastos relatan la nula incidencia en estos y por tanto la ausencia de relevancia clínica de que acontezca este evento³⁷. Con el grupo de Guttacore no hemos encontrado estudios de citotoxicidad que soporten la afirmación anterior realizada con Thermafil Plus. Pensamos que sería adecuado realizar un estudio para medir la citotoxicidad del núcleo de Guttacore pues, aunque es gutapercha en origen, adquiere unas características físicas derivadas de un procedimiento químico. No sabemos si los aditivos que se utilizan en la transformación de la gutapercha, a su fase reticulada, podrían generar citotoxicidad y por tanto ser relevante el hecho de que el núcleo toque las paredes del conducto.

Dentro de este estudio tenemos varias limitaciones inherentes a la mayoría de los estudios in vitro. La primera se refiere a la estandarización de las muestras y en la distribución de la misma. En nuestro estudio lo que primó fue la aplicabilidad clínica de nuestros hallazgos. No se realizó la sección de la corona anatómica del diente para simular una situación clínica real al obturar con estos sistemas. Pensamos que, al realizar una preparación de conicidad continua (30.04), los resultados no deberían afectarse por la longitud del diente.

En cuanto a la distribución de la muestra, se realizó un muestreo estratificado con el fin de intentar poner en igualdad de condiciones de dificultad a las dos técnicas de obturación y evitar que el azar pudiera poner todos los casos de 40 grados en uno de los dos grupos falseando el estudio.

Otro de los problemas con los que nos encontramos fue a la hora de cortar los dientes. En este estudio de conductos curvos, marcamos, con una línea perpendicular al eje de la raíz, la dirección en donde debíamos realizar el corte al diente. Al realizarse este trabajo con ayuda de una pieza de mano de laboratorio pensamos que podría derivarse algún tipo de medición errónea posterior debida a la variabilidad de los cortes. Por ello pensamos que la gran mayoría de los estudios se realizan en conductos rectos^{19, 20, 27}.

También se pone de relieve si la fricción del disco influye en el sobrecalentamiento de la gutapercha con la correspondiente variación en las mediciones. En nuestro caso se cortaron los dientes a baja velocidad, 200 R.P.M, y con irrigación abundante tal y como hicieron Gulsahi y cols.,⁸. Otro factor a tener en cuenta es el embeber las muestras en resina epoxi antes de proceder con el corte de la muestra. En nuestro caso no era factible realizar esto debido a que necesitábamos dibujar sobre la superficie radicular el lugar y angulación de la realización del corte.

En los estudios de cortes transversales resulta imposible reproducir el experimento con esa misma muestra debido a que se destruye. Al realizar los cortes se va a perder volumen de diente de forma directamente proporcional al espesor del disco con el que se realiza el corte (en nuestro caso fue de 0,3 mm). También se critica el hecho de que al realizar los cortes transversales se pueda alterar la muestra. En este sentido, podemos destacar que esta afirmación no tiene la relevancia que podríamos imaginar. Estudios que comparan micro-CT y cortes histológicos muestran que existe una correlación muy estrecha entre ambas técnicas³⁸. Con la micro-CT se van a obtener los resultados más precisos pero el coeficiente de correlación de Pearson al compararlo con los cortes histológicos fue de 0,968. Esto quiere decir que podemos calcular áreas de forma precisa con cortes histológicos sin tener que hacer la elevadísima inversión que supondría un análisis con la micro-CT.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos podemos concluir que Thermafil Plus obtiene mayor PGFA a 8 mm del extremo apical, no existiendo diferencias estadísticamente significativas en los cortes a 2 y 5 mm. Se necesitan nuevos estudios comparativos de Guttacore™ con otros sistemas de obturación.



BIBLIOGRAFÍA

1. Cohen S, Burns RC., Obturation of the cleaned and shaped root canal system. In: Cohen S, Burns RC (eds.). Pathways of the pulp. St. Louis: Mosby; 2002. p. 293-364.
2. Friedman CE, Sandrik JL, Heuer MA, Rapp GW. Composition and physical properties of gutta-percha endodontic filling materials. *J Endod* 1977; 3 (8): 304-308.
3. Tagger M, Gold A. Flow of various brands of gutta-percha cones under in vitro thermo-mechanical compaction. *J Endod* 1988; 14 (3): 115-120.
4. Marciano J, Michalesco PM. Dental gutta-percha: Chemical composition, X-ray identification, enthalpic studies, and clinical implications. *J Endod* 1989; 15 (4): 149-153.
5. Combe EC, Cohen BD, Cummings K. Alpha- and beta-forms of gutta-percha in products for root canal filling. *Int Endod J* 2001; 34 (6): 447-451.
6. Johnson WB. A new gutta-percha technique. *J Endod* 1978; 4 (6): 184-188.
7. 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): 392-398.
8. 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): 275-281.
9. McMurtrey LG, Krell KV, Wilcox LR. A comparison between Thermafil and lateral condensation in highly curved canals. *J Endod* 1992; 18 (2): 68-71.
10. Pathomvanich S, Edmunds DH. The sealing ability of Thermafil obturators assessed by four different microleakage techniques. *Int Endod J* 1996; 29 (5): 327-334.
11. Fan B, Wu M, Wesselink PR. Leakage along warm gutta-percha fillings in the apical canals of curved roots. *Endod Dent Traumatol* 2000; 16 (1): 29-33.
12. 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): 638-642.
13. Beasley RT, Williamson AE, Justman BC, Qian F. Time Required to Remove Gutta-Core, Thermafil Plus, and Thermoplasticized Gutta-percha from Moderately Curved Root Canals with ProTaper Files. *J Endod* 2013; 39 (1): 125-128.
14. Iqbal MK, Maggiore F, Suh B, Edwards KR, Kang J, Kim S. Comparison of Apical Transportation in Four Ni-Ti Rotary Instrumentation Techniques. *J Endod* 2003; 29 (9): 587-591.
15. Psimma Z, Boutsioukis C, Vasiliadis L, Kas-trinakis E. A new method for real-time quantification of irrigant extrusion during root canal irrigation ex vivo. *Int Endod J* 2013; 46 (7): 619-631.
16. Gutmann KV. Adaptation and sealability of two contemporary obturation techniques in the absence of the dentinal smear layer. *Int Endod J* 1999; 32 (6): 464-474.
17. Marciano MA, Ordinola-Zapata R, Cunha TV, Duarte MA, Cavenago BC, Garcia RB, et al. Analysis of four gutta-percha techniques used to fill mesial root canals of mandibular molars. *Int Endod J* 2011; 44 (4): 321-329.
18. 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): 505-508.
19. 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): 378-383.
20. Duarte KD. Evaluation of epoxy resin sealer after three root canal filling techniques by confocal laser scanning microscopy. *Microsc Res Tech* 2012; 75 (9): 1277-1280.
21. Eguchi DS, Peters DD, Hollinger JO, Lorton L. A comparison of the area of the canal space occupied by gutta-percha following four gutta-percha obturation techniques using procosol sealer. *J Endod* 1985; 11 (4): 166-175.
22. Fleming CH, Litaker MS, Alley LW, Eleazer PD. Comparison of Classic Endodontic Techniques versus Contemporary Techniques on Endodontic Treatment Success. *J Endod* 2010; 36 (3): 414-418.
23. Venturi M, Di Lenarda R, Breschi L. An ex vivo comparison of three different gutta-percha cones when compacted at different temperatures: rheological considerations in relation to the filling of lateral canals. *Int Endod J* 2006; 39 (8): 648-656.
24. Gandolfi MG, Parrilli AP, Fini M, Prati C, Dummer PMH. 3D micro-CT analysis of the interface voids associated with Thermafil root fillings used with AH Plus or a flowable MTA sealer. *Int Endod J* 2013; 46 (3): 253-263.
25. Wilcox LR. Thermafil retreatment with and without chloroform solvent. *J Endod* 1993; 19 (11): 563-566.
26. Wolcott JF, Himel VT, Hicks ML. Thermafil retreatment using a new "system B" technique or a solvent. *J Endod* 1999; 25 (11): 761-764.
27. Weis MV, Parashos P, Messer HH. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. *Int Endod J* 2004; 37 (10): 653-663.
28. Rodrigues A, Bonetti-Filho I, Faria G, Andolfatto C, Camargo Vilella Berbert FL, Kuga MC. Percentage of gutta-percha in mesial canals of mandibular molars obturated by lateral compaction or single cone techniques. *Microsc Res Tech* 2012; 75 (9): 1229-1232.
29. Wu M-, Özok AR, Wesselink PR. Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. *Int Endod J* 2000; 33 (4): 340-345.
30. Wu M-, Van Der Sluis LWM, Wesselink PR. A preliminary study of the percentage of gutta-percha-filled area in the apical canal filled with vertically compacted warm gutta-percha. *Int Endod J* 2002; 35 (6): 527-535.
31. Souza EM, Wu M, Van Der Sluis LW, Leonardo RT, Bonetti-Filho I, Wesselink PR. Effect of filling technique and root canal area on the percentage of gutta-percha in laterally compacted root fillings. *Int Endod J* 2009; 42 (8): 719-726.
32. Schäfer E, Köster M, Bürklein S. Percentage of Gutta-percha-filled Areas in Canals Instrumented with Nickel-Titanium Systems and Obturated with Matching Single Cones. *J Endod* 2013; 39 (7): 924-928.
33. Yildirim GN. Effectiveness of different gutta-percha techniques when filling experimental internal resorptive cavities. *Int Endod J* 2008; 41 (10): 836-842.
34. 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): 64-68.
35. 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.
36. Somma F, Cretella G, Carotenuto M, Pecci R, Bedini R, De Biasi M, et al. Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 2011; 44 (4): 362-369.
37. Sutow EJ, Foong W, Zakariasen KL, Hall GC, Jones DW. Corrosion and cytotoxicity evaluation of thermafil endodontic obturator carriers. *J Endod* 1999; 25 (8): 562-566.
38. Jung M, Lommel D, Klimek J. The imaging of root canal obturation using micro-CT. *Int Endod J* 2005; 38 (9): 617-626.