

**FACTORES ASOCIADOS CON LA PRESENCIA DE SOBREOBTURACIÓN APICAL POSTERIOR A UNA
TÉCNICA DE OBTURACIÓN TERMOPLÁSTICA. CALAMUS® O GUTTACORE®: EXPERIMENTO
CLÍNICO ALEATORIZADO**

Daniela Patricia Hernández Mejía

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
PROGRAMA DE ENDODONCIA- FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
BOGOTA DC.- JULIO 2018**

HOJA DE IDENTIFICACIÓN

Universidad	El Bosque
Facultad	Odontología
Programa	Endodoncia
Título:	Factores asociados con la presencia de sobreobtención apical posterior a una técnica de obturación termoplástica. Calamus [®] o Guttacore [®] : Experimento clínico aleatorizado.
Grupo de Investigación:	No aplica
Línea de investigación:	Endodoncia
Institución(es) participante(s):	No aplica
Tipo de investigación:	Posgrado /línea docente
Residentes:	Daniela Patricia Hernández Mejía
Asesor metodológico:	Dr. Luis Fernando Gamboa Martínez
Asesor temático:	Dr. Javier Laureano Niño Barrera
Asesor estadístico:	Dr. Luis Fernando Gamboa Martínez

DIRECTIVOS UNIVERSIDAD EL BOSQUE

HERNANDO MATIZ CAMACHO	Presidente del Claustro
JUAN CARLOS LOPEZ TRUJILLO	Presidente Consejo Directivo
MARIA CLARA RANGEL G.	Rector(a)
RITA CECILIA PLATA DE SILVA	Vicerrector(a) Académico
FRANCISCO FALLA	Vicerrector Administrativo
MIGUEL OTERO CADENA	Vicerrectoría de Investigaciones.
LUIS ARTURO RODRÍGUEZ	Secretario General
JUAN CARLOS SANCHEZ PARIS	División Postgrados
MARIA ROSA BUENAHORA	Decana Facultad de Odontología
MARTHA LILIANA GOMEZ RANGEL	Secretaria Académica
DIANA ESCOBAR	Directora Área Bioclínica
MARIA CLARA GONZÁLEZ	Director Área comunitaria
FRANCISCO PEREIRA	Coordinador Área Psicosocial
INGRID ISABEL MORA DIAZ	Coordinador de Investigaciones Facultad de Odontología
IVAN ARMANDO SANTACRUZ CHAVES	Coordinador Postgrados Facultad de Odontología
DIANA CAROLINA ALZATE MENDOZA	Directora Programa de Endodoncia
DIANA CAROLINA ALZATE MENDOZA	Coordinadora Programa Endodoncia

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

GUÍA DE CONTENIDO

Resumen

Abstract

	Pág.
Introducción	1
2. Materiales y Métodos	3
3. Resultados	9
4. Discusión	13
5. Conclusiones	16
6. Referencias bibliográficas	17
7. Anexos (Artículo Traducido)	31

RESUMEN

FACTORES ASOCIADOS CON LA PRESENCIA DE SOBREOBTURACION APICAL POSTERIOR A UNA TÉCNICA DE OBTURACIÓN TERMOPLÁSTICA. CALAMUS® O GUTTACORE®: EXPERIMENTO CLÍNICO ALEATORIZADO.

Los objetivos de esta investigación fueron: Analizar si factores como la edad, el tipo de diente y el género están asociados con la extrusión de material obturador radiográficamente visible como desenlace imprevisto en dientes sometidos a tratamiento endodóntico con una técnica de obturación termoplástica (Calamus® o GuttaCore®) y determinar si la presencia de esta sobreobtusión está asociada con dolor postoperatorio. Se seleccionaron 120 dientes con diagnósticos que implicaban pulpa vital y con indicación de tratamiento de endodoncia. La preparación biomecánica se llevó a cabo con el sistema Protaper Next® con lima apical principal X2 o X3. Los dientes se dividieron aleatoriamente de la siguiente forma (n=60): El grupo 1 se obturó con el sistema Guttacore® y el grupo 2 se obturó con una técnica de obturación de cono único y el sistema de obturación Calamus®. Se observó que las técnicas de obturación termoplástica generaron sobreobtusión en 53.33% del total (64 dientes), 56.66% se presentaron en el grupo de obturación con Guttacore® y 50% en el grupo de la técnica con el sistema Calamus®. Se encontró que los dientes anteriores presentaron asociación con la presencia de sobreobtusión ($p=0.024$) (OR=4.35). De los 120 dientes tratados, 10 (8.33 %) presentaron dolor posoperatorio y sobreobtusión radiográficamente visible. La asociación entre la presencia de extrusión de material de obturación y dolor leve-moderado fue estadísticamente significativa con un valor $p=0.002$. Como conclusión las técnicas de obturación termoplástica en endodoncia Guttacore® y el sistema Calamus® están asociadas significativamente con la probabilidad de extrusión de material obturador y dicha sobreobtusión está asociada con dolor postoperatorio, los dientes anteriores presentan 4 veces más riesgo de sobreobtusión con las técnicas de obturación utilizadas.

PALABRAS CLAVE: Apice dental, Dolor, Gutapercha, Materiales para obturación del conducto radicular, Obturación del conducto radicular, Tratamiento de conductos.

ABSTRACT

FACTORS ASSOCIATING A CALAMUS® OR GUTTACORE® THERMOPLASTIC OBTURATION WITH THE PRESENCE OF EXTENDED POSTERIOR APICAL OBTURATION. RANDOMISED CLINICAL TRIAL.

The objectives of this research were: To analyse if factors such as age, type of tooth and gender are associated with the radiographically visible obturative material as an unforeseen development on teeth which have been endodontically treated with a thermoplastic obturation technique (Calamus® or GuttaCore®) and determine if such presence is associated with post-operative pain. There were 120 teeth selected with diagnosis implicating vital pulp and indicating an endodontic treatment. Biomechanical preparation was carried out with the Protaper Next® with an X2 or X3 apical file. The teeth were randomly divided thus (n=60): group one was obturated with GuttaCore® and group two with a single-cone technique and the Calamus® obturation system. It was observed that the thermoplastic techniques generated an extended obturation in 53.33% of teeth (64), 56.66% were with the GuttaCore® group and 50% with the Calamus® system. Anterior teeth presented association with extended obturation ($p= 0.024$) (OR=4.35). Out of the 120 treated teeth, ten (8.33%) presented post-operative pain and visible extended obturation. The association between presence of extruded obturative material and mild-to-moderate pain was statistically significant: $p=0.002$. It may be stated as a conclusion that the mentioned techniques - GuttaCore® and Calamus® - are significantly associated with the probability of extruded obturative material and such extended obturation is also associated with post-operative pain. Anterior teeth present four times more risk of extended obturation with these techniques.

Key words: Dental apex, gutta-percha, root canal obturative materials, root canal obturation, root canal treatment.

Introducción

La obturación del espacio del conducto radicular busca evitar la invasión y recolonización de microorganismos patógenos posterior a la preparación y limpieza biomecánica, por medio de un selle hermético en sentido apical y lateral con materiales biocompatibles¹⁻⁴. Para conseguir este objetivo se han utilizado técnicas de obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares, que con ayuda del cemento sellador, disminuyen la presencia de espacios vacíos en la obturación, consiguiendo igualmente una adaptación y adherencia adecuada a las paredes del conducto radicular^{2, 5-7}

El concepto de obturación tridimensional del conducto con condensación de gutapercha caliente fue introducido por Schilder en 1967⁸ y ha ido evolucionando a través del tiempo con la aparición de dispositivos que facilitan su realización^{2, 5, 6}. Estas nuevas técnicas permiten obturar los conductos con gutapercha termoplastificada lo cual favorece la obtención de dicha obturación tridimensional⁹.

Entre las técnicas que recientemente se han desarrollado para dispensar gutapercha termoplastificada al interior del conducto con el fin de facilitar y optimizar la condensación vertical, encontramos: Calamus[®] (Dentsply[®], Maillefer[®], Switzerland) el cual funciona como un sistema integrado: “Downpack” para el tercio apical creando un tapón apical y “Backfill” para el tercio medio y coronal consiguiendo una obturación tridimensional a lo largo del conducto radicular^{7, 10, 11} y el sistema Guttacore[®] (Dentsply[®] Tulsa Especialidades Dentales, Tulsa, OK, EE.UU.) El cual presenta un núcleo de gutapercha termoestable entrelazada que permite al material mantener sus propiedades durante y después del procedimiento, logrando así una obturación tridimensional¹²⁻¹⁴.

La sobreobturación se ha definido como la obturación que ha alcanzado al ápice radiográfico y se extruye dentro del tejido periapical¹⁵ así mismo se ha clasificado como un accidente de procedimiento¹⁶

A la extrusión de material obturador se le ha llamado también Puff apical^{17, 18}, el cual es visible radiográficamente como una pequeña cantidad de sellador que ha salido a través del foramen apical y que puede estar acompañado por restos de gutapercha^{17, 18}.

En cuanto a la influencia que puedan tener factores como el tipo de diente o la edad con la presencia de sobreobturación apical, AlRahabi ha reportado que los molares superiores son los dientes que presentan más probabilidad de tener sobreobturación apical accidental, mostrando que el tipo de diente si influencia la presencia o no de extrusión de material de obturación apical, sin embargo no utilizó alguna de las técnicas modernas de gutapercha termoplastificada sino condensación lateral¹⁹. Con respecto a la edad se ha reportado mayor cantidad de fracasos endodónticos en los pacientes con un rango de edad entre 41 y 50 años, sin embargo no se precisa que la causa del fracaso endodóntico sea una sobreobturación²⁰.

Tennert et al reportaron la presencia de extrusión apical del material de obturación en un 80% con una técnica como el Thermafil® y 42% con una técnica de compactación vertical caliente⁶; sin embargo, hasta la fecha no se reporta en la literatura estudios que evalúen in vivo la presencia de sobreobturaciones con la evolución tecnológica de las técnicas utilizadas por Tennert et al como son los sistemas de obturación con gutapercha termoplastificada Calamus® y Guttacore®.

El pronóstico de los tratamientos de endodoncia con sobreobturación de material (cemento sellador y/o gutapercha) ha sido motivo de controversia; Ricucci et al refieren que el tipo de cemento sellador extruido no afecta el pronóstico del tratamiento y que una sobreobturación presenta mejor pronóstico si el diente no presenta lesión apical preoperatoria²¹, Sadaf et al refieren que hay una baja asociación entre la sobreobturación con dolor posoperatorio (3.3%) así como de dolor con extrusión de cemento sellador (26.7%)²².

Por su parte Swartz et al reportan 63.41% de éxito en dientes con sobreobturación lo cual es significativamente menor que el 89.77% que observaron para los dientes con obturación a longitud adecuada⁴; Marquis et al refieren éxito en 86% de los casos sin extrusión de cemento sellador y 73% de éxito en los casos con extrusión de cemento²³, Schaeffer et al en un meta-análisis para determinar la longitud óptima de obturación refieren que los dientes sin

sobreobtención presentan significativamente mejor pronóstico que los dientes que la presentan²⁴.

De igual forma la extrusión de material de obturación se encuentra reportada como un factor que retrasa la reparación ósea de dientes con patología periapical ²⁵. Una complicación reportada cuando se presenta la extrusión apical de cemento sellador es el daño de las estructuras nerviosas que se encuentran en el tejido periapical alterando la sensibilidad de los nervios involucrados²⁶⁻²⁹.

Se ha reportado que el sistema Thermafil[®], antecesor del Guttacore[®], presenta mayor riesgo de extrusión del material obturador, al compararlo con la técnica de condensación lateral en frío, y esta extrusión se encuentra asociada con la ocurrencia de dolor postoperatorio entre 24 y 48 horas después del procedimiento³⁰, una posible explicación de este hecho es que la sobreobtención apical puede estimular y activar las neuronas sensoriales, que se encuentran relacionadas con la manifestación del dolor agudo postoperatorio del diente tratado.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto el dolor postoperatorio podría estar asociado a la sobreobtención en el tratamiento de endodoncia, sin embargo no ha sido reportada la relación de esta sintomatología con la extrusión de material de obturación realizada con técnicas termoplásticas como Calamus[®] y Guttacore[®].

Igualmente no se ha reportado la asociación entre la sobreobtención con las técnicas de obturación Calamus[®] y Guttacore[®] y factores como la edad, tipo de diente o el género.

Por lo tanto los objetivos de este estudio fueron: Analizar si factores como la edad, el tipo de diente y el género están asociados con la extrusión de material obturador radiográficamente visible como desenlace imprevisto en dientes sometidos a tratamiento endodóntico con una técnica de obturación termoplástica (Calamus[®] o Guttacore[®]) y determinar si la presencia de esta sobreobtención está asociada con dolor postoperatorio.

2. Materiales y métodos

Se llevó a cabo un experimento clínico aleatorizado. Este estudio obtuvo aprobación por parte del comité de investigación y ética de la Universidad el Bosque (Bogotá, Colombia), en sesión del Comité de Ética Institucional del cuatro de diciembre de 2014.

Se tuvieron en cuenta los pacientes que consultaron a la clínica de posgrado de endodoncia de la Universidad El Bosque (Bogotá Colombia) con indicación de tratamiento de conductos entre el 1 de Marzo de 2015 y el 30 de Enero de 2016 (Figura 1).

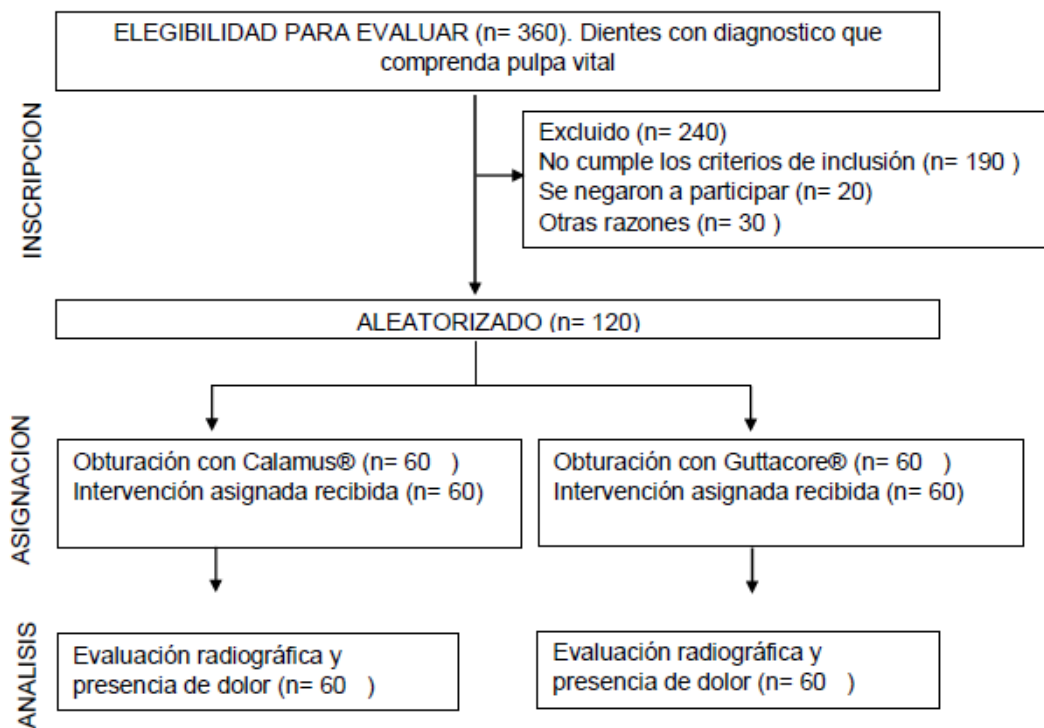


Figura 1 Distribución y aleatorización de los grupos.

Los pacientes fueron informados e invitados a participar en el proyecto de investigación; posterior al diligenciamiento de la historia clínica que utiliza por reglamento la facultad de odontología de la Universidad el Bosque (Bogotá, Colombia) y diligenciamiento del documento de consentimiento informado para el estudio clínico.

El tamaño de muestra se calculó probabilísticamente utilizando el método normal asintótico, con un error tipo I de 0.05 y un error de tipo II de 0.20, se determinó un tamaño de muestra de 60 dientes por grupo incluyendo un 20 % de pérdidas.

Se incluyeron 120 dientes de pacientes con edades entre los 18 y 60 años de edad de ambos sexos remitidos a la clínica del posgrado de endodoncia de la Universidad El Bosque (Bogotá, Colombia)

Los criterios de inclusión que se tuvieron en cuenta fueron dientes con pulpa vital indicados para tratamiento de endodoncia, con ápice formado y que al realizar la preparación biomecánica presentaran como lima apical principal, máximo el diámetro de un instrumento X2 o X3 (Protaper Next®).

Los criterios de exclusión por su parte fueron, dientes con diagnóstico de periodontitis apical, dientes con ápice abierto o que durante la preparación biomecánica presentaran una lima apical principal mayor a X2 o X3 (Protaper Next®).

El protocolo de preparación biomecánica de los dientes con el sistema Protaper Next® incluyo los siguientes pasos: Bloqueo anestésico local con lidocaína 2% y epinefrina 1:80000; apertura y conformación de la cavidad de acceso con pieza de alta velocidad, fresa redonda de diamante y fresa endo-Z; localización de la entrada de los conductos radiculares con explorador de conductos; se realizó aislamiento absoluto del campo operatorio con tela de caucho se realizó y verifico la permeabilidad apical de los conductos radiculares con lima N° 10, se determinó la longitud de trabajo con localizador apical Root ZX II® (J. Morita®)y se confirmó con una radiografía de conductometría.

La preparación biomecánica se realizó con el sistema Protaper Next® y en el caso de los dientes seleccionados se verifico que presentaran una lima apical principal X2 (025.06) o X3 (030.07) continuando con movimientos de picoteo hasta alcanzar la longitud de trabajo y se irriego constantemente con hipoclorito de sodio al 5.25%.

Por último se realizó el protocolo de irrigación final el cual consistió en secar el conducto con puntas de papel estériles; se irriego con EDTA al 17% durante un minuto, se secó nuevamente el

conducto radicular con puntas de papel estériles e irrigación con Hipoclorito de Sodio al 5.25%, y se secó nuevamente el conducto radicular con puntas de papel estériles.

Para la obturación de los conductos radiculares se siguieron las instrucciones de la casa fabricante: se confirmó la longitud de trabajo, se barnizó el conducto con cemento Top Seal® en proporción 1:1³¹ con una punta de papel X2 o X3 del sistema Protaper Next® (Dentsply®) a la longitud de trabajo³².

El grupo uno se obturó con el sistema Guttacore® (Dentsply®) y el grupo 2 se obturó con una técnica de obturación híbrida de cono único Protaper Next® (Dentsply®) y el sistema de obturación con gutapercha termoplástica Calamus® (Dentsply®), teniendo en cuenta las indicaciones de la casa fabricante por último se tomó una radiografía final.

Para estandarizar la toma de las radiografías periapicales digitales (Inicial, Conductometría, Conometría y radiografía final), se fabricó una matriz con silicona pesada en donde se posicionó el sensor de manera que este se mantuviera fijo, permitiendo la reproducibilidad en la angulación de las radiografías.

La evaluación de la presencia de sobreobtención o extrusión de material obturador en la radiografía final fue llevada a cabo por un evaluador experto (JN), especialista en endodoncia con 16 años de experiencia, y quien sin conocer el procedimiento de obturación que se realizó en cada paciente, registró de forma dicotómica la observación de si hay o no hay extrusión de material obturador.

En todos los casos se realizó una cita de control a las 24 horas de realizada la endodoncia, con el fin de establecer la presencia de dolor posoperatorio, el cual de presentarse, fue manejado con ajuste oclusal y analgésico³³.

La intensidad y presencia del dolor se midió mediante una escala visual análoga (VAS) con valores entre 1 mm y 170 mm, y clasificada de la siguiente forma de 0 mm a 54 mm dolor leve, de 54 mm a 114 mm, dolor moderado y de 114 mm a 170 mm dolor severo³⁴.

Los sujetos fueron asignados a los grupos de estudio aleatoriamente, con la finalidad de asegurar que el proceso fuera impredecible. La generación de la numeración se realizó al azar, mediante el uso del comando RALLOC, del programa STATA®.

La asignación de cada uno de los pacientes a los grupos se realizó en sobres sellados, opacos y numerados secuencialmente. Luego de realizado el diagnóstico y de la firma del consentimiento informado, el sobre fue abierto y el procedimiento se llevó a cabo en la Clínica del posgrado de Endodoncia de la Universidad El Bosque (Bogotá Colombia), por residentes de posgrado con asesoría docente. Bajo ninguna circunstancia se conoció con anticipación a la endodoncia la asignación de los pacientes a alguno de los grupos experimentales. Existió cegamiento para el endodoncista evaluador que realizó la lectura de las radiografías.

Análisis estadístico: Para determinar la distribución de los datos de cada variable se realizó la prueba Shapiro-Wilk, de esta forma se evaluó si se presentó una distribución normal o una distribución no normal. Para las diferencias entre proporciones se utilizó la prueba chi-cuadrado de Pearson.

Posteriormente, se realizaron análisis bivariados para determinar relaciones entre las variables dependientes (presencia de sobreobturación) e independientes (edad, género, tipo de diente y sistema de obturación), se tuvieron en cuenta la naturaleza cuantitativa – cualitativa de las variables en estudio.

El análisis multivariado, se ajustó por variables sociodemográficas, de confusión y posible interacción, para modelar el efecto de los diferentes factores de riesgo sobre la presencia de sobreobturación y determinar si las posibles diferencias que se presentan entre los grupos experimentales se mantienen luego del respectivo control de múltiples factores asociados a la presencia del evento en estudio. Como los desenlaces fueron dicotómicos (presencia o ausencia de sobreobturación o extrusión de material obturador), se llevó a cabo un análisis de regresión logística.

Para todos los casos se determinó un valor de $P < 0.05$. Todos los análisis estadísticos fueron llevados a cabo con STATA®.

La información obtenida fue directamente codificada dentro de una base de datos electrónica en EXCEL©. Los nombres se mantuvieron separados del resto de la información, que fue almacenada con números de identificación únicos. Se crearon archivos de STATA© para analizar toda la información de los registros y resultados individuales.

3. Resultados

En la tabla 1 se observan las características iniciales de los pacientes del estudio y su distribución en los dos grupos experimentales, al aplicar la prueba de Chi cuadrado de Pearson se encontró que no hay diferencias significativas, es decir que la distribución de los datos de edad ($P=0.258$), género ($P=0.073$) y tipo de diente ($P=0.086$) son similares en los dos grupos experimentales, por lo que no afectó los resultados del estudio.

Tabla 1. Características iniciales de los pacientes y los dientes del estudio.

	Calamus® (n=60)	Guttacore® (n=60)	Total (n=120)	Valor P=
Edad (Años)	51.43±11.72	50.7±10.27	51.06± 10.98	0.258
Genero				0.073
Femenino	38 (63.33%)	48 (80%)	86 (71.67)	
Masculino	22 (36.66%)	12 (20%)	34 (28.33)	
Tipo de diente				0.086
Anteriores	18 (30%)	8 (13.33%)	26 (21.67%)	
Premolares	17 (28.33%)	21 (35%)	38 (31.67%)	
Molares	25 (41.67%)	31 (51.67%)	56 (46.67%)	

No hay diferencia significativa en la distribución de los pacientes y dientes entre los grupos.

La presencia de extrusión de material obturador con las técnicas Calamus® y Guttacore® se observan en la tabla 2 y en la tabla 3, las dos técnicas generan extrusión del cemento sellador presentándose en un 53.33% (64 dientes) del total.

En cuanto al porcentaje de los dientes con presencia de extrusión de material obturador apical con las dos técnicas termoplásticas se encontró 56.66% para el grupo con Guttacore® y 50%

para el grupo con Calamus[®], sin diferencia significativa entre ellos ($P = 0,583$) sin embargo se presentó con mayor frecuencia en el grupo de Guttacore[®] (Tabla 3).

Tabla 2. Presencia de extrusión apical con Calamus[®] y Guttacore[®].

Extrusión de material obturador	Frecuencia	Porcentaje
SI	64	53.33%
NO	56	46.67%
TOTAL	120	100%

Tabla 3. Producción de puff apical con Calamus[®] y Guttacore[®].

TECNICA	PRESENCIA DE PUFF APICAL				TOTAL	
	SI		NO		n	%
	N	%	N	%		
CALAMUS [®]	30	50%	30	50%	60	100%
GUTTACORE [®]	34	56.66%	26	43.33%	60	100%
TOTAL	64	53.33%	56	46.66%	120	100%

No hay diferencia significativa ($P = 0,58$)

Con respecto a la presencia de dolor leve-moderado postoperatorio se encontró que del total de los pacientes tratados con las dos técnicas de gutapercha termoplástica (Calamus[®] y Guttacore[®]) 8.33% (Diez dientes) presentaron dolor posoperatorio en categoría leve-moderado, el 91.6% de los dientes no presentaron dolor. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las dos técnicas de obturación frente al dolor posoperatorio ($P = 0,509$), sin embargo se presentó más en la técnica de obturación Calamus[®] (Tabla 4).

Tabla 4. Dolor leve-moderado postoperatorio.

TECNICA	DOLOR POSTOPERATORIO					
	SI		NO		TOTAL	
	N	%	N	%	n	%
CALAMUS®	6	10%	54	90%	60	100%
GUTTACORE®	4	6.67%	56	93.3%	60	100%
TOTAL	10	8.33%	110	91.6%	120	100%

No hay diferencia significativa en la presencia de dolor entre las dos técnicas de obturación
(P=0.509)

Debido a que todos los dientes que presentaron dolor igualmente presentaban extrusión de material obturador, al aplicar la prueba Chi cuadrado de Pearson (Prueba exacta de Fisher) se encontró asociación significativa entre la presencia de extrusión de material de obturación y dolor leve-moderado (P= 0,002) (Tabla 5).

Tabla 5. Asociación entre la presencia de extrusión de material obturador y dolor leve-moderado postoperatorio.

DOLOR	PUFF APICAL		Total
	No	Si	
No	56 (50.91%)	54 (49.09%)	110 (100%)
Si	0 (0.0%)	10(100%)	10(100%)
Total	56(46.67%)	64(53.33%)	120(100%)

Asociación significativa (Pr=0.002) entre la presencia de extrusión de material obturador y dolor leve-moderado postoperatorio

Para esta investigación se clasificaron los dientes como anteriores, premolares y molares^{19, 35}, se encontró asociación significativa entre la presencia de extrusión de material obturador y los dientes anteriores (P=0.024), se puede observar una mayor incidencia de sobreobturación (76.92%) en dientes anteriores que en premolares (47,37%) y de molares (46.43%) (Tabla 6).

Tabla 6. Presencia de Puff por cada tipo de diente

Diente	Puff		
	No	Apical Si	
Anteriores	6 (23%)	20 (76.92%)	26 (100%)
Premolares	20(52.63%)	18(47.37%)	38(100%)
Molares	30(53.57%)	26(46.43%)	56(100%)
Total	56(46.67%)	64(53.33%)	120(100%)

Se encuentra asociación significativa entre los dientes anteriores y la extrusión de material

(P=0.024).

En el análisis de regresión logística de los factores asociados con la presencia de extrusión de material obturador, se observan a los dientes anteriores como una variable que tiene una asociación estadísticamente significativa en el modelo crudo (OR 3.70 P= 0.01). En el modelo ajustado con las variables género, edad y sistema de obturación, el mismo factor (dientes anteriores) fue el único que presento una asociación estadísticamente significativa (P= 0.01) con un OR de 4.35, lo que quiere decir que un tratamiento de conductos en un diente anterior tiene 4 veces más riesgo de tener una extrusión de material de obturación que un premolar o un molar.

4. Discusión

El presente experimento clínico aleatorizado se llevó a cabo para evaluar los factores que puedan influir en la presencia de una sobreobtención apical o extrusión de cemento sellador accidental. Se descartó que los resultados se vieran afectados por un desequilibrio en la repartición aleatoria de los grupos ya que la proporción con la que quedaron distribuidos fue similar. Es importante mencionar este punto ya que es claro que el diámetro del foramen apical varía según la edad³⁶ y no es igual en dientes anteriores que en dientes posteriores³⁷, por lo que verificar estadísticamente que la distribución de los grupos fuera similar le da confiabilidad a los presentes resultados.

Globalmente con las técnicas de obturación Calamus[®] y Guttacore[®] que se utilizaron en el presente estudio se encontró 53.33% de extrusión de material de obturación, que difiere con lo reportado por Tennert et al quienes refieren 80 % de extrusión de material con Thermafil[®] y 42% con una técnica de obturación con condensación vertical⁶, adicionalmente en el presente estudio no se encontró diferencia significativa en la extrusión de material de obturación entre las dos técnicas utilizadas. La diferencia entre lo hallado por Tennert et al y el presente estudio puede deberse al diseño metodológico del estudio, mientras ellos plantearon un estudio retrospectivo con poco control de los criterios de inclusión, este estudio fue prospectivo con distribución de grupos aleatoria y control tanto de los procedimientos que se realizaron como de los criterios de inclusión.

De Chevigny et al encontraron 53 % de extrusión de material obturador en una muestra que agrupa las fases uno a cuatro del estudio de Toronto³⁸, lo que coincide con el 53.33% reportado en el presente estudio, sin embargo en ese estudio las técnicas de obturación que utilizaron fueron condensación lateral y condensación vertical, por tanto es claro que la extrusión de material obturador o sobreobtención se puede presentar sin importar la técnica de obturación y sin que su aparición se pueda predecir con total certeza¹⁶, sin embargo su resultado

generalmente es funcional^{21, 23, 38} , por lo que se puede afirmar que es un accidente de buen pronóstico.

Ese buen pronóstico se puede deber a la tolerancia a la citotoxicidad del material obturador (Gutapercha y cemento sellador) ³⁹⁻⁴³ por parte del tejido periapical, No obstante en caso de que se presente la extrusión de material obturador y afecte estructuras anatómicas vecinas se pueden generar consecuencias que pueden llegar a ser molestas para el paciente^{17, 26-29, 44}. Es ahí donde es importante enfatizar que no es posible predecir el tamaño y alcance de una extrusión de material obturador^{16, 44}, ya sea cemento sellador o gutapercha, con el agravante de que la extrusión de material se detecta radiográficamente después de que se ha realizado la obturación, por lo tanto se deben hacer los esfuerzos necesarios para que el material de obturación permanezca dentro del conducto radicular, limitando la extrusión de material a lo que en realidad es, un accidente de buen pronóstico, no un objetivo de la obturación.

Wong et al realizaron un meta-análisis en donde observaron la sobreobtención y dolor posoperatorio en dientes con tratamiento de conducto obturados con el sistema Thermafil® encontrando dolor posoperatorio en 24%⁴⁵, superior a lo que se encontró en el presente estudio que fue 8.33%, la explicación que dan para el dolor posoperatorio fue la presencia de extrusión de material obturador⁴⁵ , dicha explicación podría aplicarse también en el presente estudio en donde se encontró que todos los dientes que manifestaron dolor posoperatorio igualmente presentaron extrusión de material de obturación.

Al agrupar los datos de sobreobtención por dientes superiores e inferiores que reportan Alharabi et al se observa que los molares presentan una sobreobtención promedio de 44.15% (62.5% molares superiores y 25.8% molares inferiores)¹⁹ similar al 46.43% global de molares reportado en el presente estudio, sin embargo en dientes anteriores Alharabi et al reportan 16.25% (20% incisivos superiores y 12.5% incisivos inferiores)¹⁹ muy inferior al 76.92% del presente estudio, las diferencias en los protocolos de tratamiento entre el presente estudio y el de Alharabi et al explicarían esa disparidad en los resultados; entre estas diferencias están : en el presente estudio se determinó longitud de trabajo con localizador apical(Root ZX II® J Morita®.) y se confirmó radiográficamente, Alharabi et al solo tomaron radiografía de

conductimetría , adicionalmente en el estudio de Alharabi et al los tratamientos de endodoncia los hicieron estudiantes de pregrado de cuarto o quinto año¹⁹, en el presente estudio los llevaron a cabo estudiantes de posgrado de endodoncia.

La asociación estadísticamente significativa que se encontró entre la extrusión de material obturador y los dientes anteriores puede ser explicada por dos razones, como se ha reportado previamente, la obturación se realizó con mayor facilidad en dientes anteriores que en posteriores lo que facilitó su realización ^{16, 19, 46} y la diferencia del diámetro del foramen apical que hay entre los dientes anteriores y los dientes posteriores³⁷.

Esta asociación no ha sido reportada previamente en la literatura y debería ser tenida en cuenta como un factor de riesgo para la extrusión de material obturador, por tanto se debería prestar especial atención en mantener un tope apical estable durante la preparación biomecánica de los dientes anteriores y así prevenir la extrusión de material obturador.

5. Conclusiones

Las técnicas de obturación termoplástica en endodoncia Guttacore® y el sistema Calamus® están asociadas significativamente con la probabilidad de extrusión de material obturador, sin diferencia entre ellas y dicha sobreobtención está asociada con dolor posoperatorio leve-moderado, los dientes anteriores presentan cuatro veces más riesgo de sobreobtención que los premolares y molares con las técnicas de obturación utilizadas.

6. Referencias bibliográficas

1. Karabucak B, Kim A, Chen V, Iqbal MK. The comparison of gutta-percha and Resilon penetration into lateral canals with different thermoplastic delivery systems. *Journal of endodontics*. 2008 Jul;34(7):847-9. PubMed PMID: 18570993.
2. Tomson RM, Polycarpou N, Tomson PL. Contemporary obturation of the root canal system. *British dental journal*. 2014 Mar;216(6):315-22. PubMed PMID: 24651337.
3. Song M, Kim HC, Lee W, Kim E. Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery. *Journal of endodontics*. 2011 Nov;37(11):1516-9. PubMed PMID: 22000454.
4. Swartz DB, Skidmore AE, Griffin JA, Jr. Twenty years of endodontic success and failure. *Journal of endodontics*. 1983 May;9(5):198-202. PubMed PMID: 6574207.
5. Farias AB, Pereira KF, Beraldo DZ, Yoshinari FM, Arashiro FN, Zafalon EJ. Efficacy of three thermoplastic obturation techniques in filling oval-shaped root canals. *Acta odontologica latinoamericana : AOL*. 2016 Apr;29(1):76-81. PubMed PMID: 27701502. Efetividade de tres tecnicas de obturacao termoplasticas no preenchimento de canais ovais.
6. Tennert C, Jungback IL, Wrbas KT. Comparison between two thermoplastic root canal obturation techniques regarding extrusion of root canal filling--a retrospective in vivo study. *Clinical oral investigations*. 2013 Mar;17(2):449-54. PubMed PMID: 22547323.
7. Gupta R, Dhingra A, Panwar NR. Comparative Evaluation of Three Different Obturating Techniques Lateral Compaction, Thermafil and Calamus for Filling Area and Voids Using Cone Beam Computed Tomography: An Invitro study. *Journal of clinical and diagnostic research : JCDR*. 2015 Aug;9(8):ZC15-7. PubMed PMID: 26436038. Pubmed Central PMCID: 4576632.
8. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dental clinics of North America*. 1967 Nov;723-44. PubMed PMID: 5262492.
9. Brothman P. A comparative study of the vertical and the lateral condensation of gutta-percha. *Journal of endodontics*. 1981 Jan;7(1):27-30. PubMed PMID: 6938620.
10. Ruddle CJ. Filling root canal systems: the Calamus 3-D obturation technique. *Dentistry today*. 2010 Apr;29(4):76, 8-81. PubMed PMID: 20408283.

11. Jindal D, Sharma M, Raisingani D, Swarnkar A, Pant M, Mathur R. Volumetric analysis of root filling with cold lateral compaction, Obtura II, Thermafil, and Calamus using spiral computerized tomography: An In vitro Study. *Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research*. 2017 Mar-Apr;28(2):175-80. PubMed PMID: 28611328.
12. Zogheib C, Hanna M, Pasqualini D, Naaman A. Quantitative volumetric analysis of cross-linked gutta-percha obturators. *Annali di stomatologia*. 2016 Jul-Sep;7(3):46-51. PubMed PMID: 28149450. Pubmed Central PMCID: 5231789.
13. Schafer E, Schrenker C, Zupanc J, Burklein S. Percentage of Gutta-percha Filled Areas in Canals Obturated with Cross-linked Gutta-percha Core-carrier Systems, Single-Cone and Lateral Compaction Technique. *Journal of endodontics*. 2016 Feb;42(2):294-8. PubMed PMID: 26679718.
14. Marques-Ferreira M, Abrantes M, Ferreira HD, Caramelo F, Botelho MF, Carrilho EV. Sealing efficacy of system B versus Thermafil and Guttacore obturation techniques evidenced by scintigraphic analysis. *Journal of clinical and experimental dentistry*. 2017 Jan;9(1):e56-e60. PubMed PMID: 28149464. Pubmed Central PMCID: 5268114.
15. Kandemir Demirci G, Caliskan MK. A Prospective Randomized Comparative Study of Cold Lateral Condensation Versus Core/Gutta-percha in Teeth with Periapical Lesions. *Journal of endodontics*. 2016 Feb;42(2):206-10. PubMed PMID: 26686053.
16. Mozayeni MA, Asnaashari M, Modaresi SJ. Clinical and Radiographic Evaluation of Procedural Accidents and Errors during Root Canal Therapy. *Iranian endodontic journal*. 2006 Fall;1(3):97-100. PubMed PMID: 24454451. Pubmed Central PMCID: 3895888.
17. Morse DR. Infection-related mental and inferior alveolar nerve paresthesia: literature review and presentation of two cases. *Journal of endodontics*. 1997 Jul;23(7):457-60. PubMed PMID: 9587302.
18. Koch K, Brave D. A new endodontic obturation technique. *Dentistry today*. 2006 May;25(5):102, 4-7. PubMed PMID: 16729503.
19. AlRaha

bi MK. Evaluation of complications of root canal treatment performed by undergraduate dental students. *The Libyan journal of medicine*. 2017 Dec;12(1):1345582. PubMed PMID: 28678645. Pubmed Central PMCID: 5508642.

20. Iqbal A. The Factors Responsible for Endodontic Treatment Failure in the Permanent Dentitions of the Patients Reported to the College of Dentistry, the University of Aljouf, Kingdom of Saudi Arabia. *Journal of clinical and diagnostic research : JCDR*. 2016 May;10(5):ZC146-8. PubMed PMID: 27437351. Pubmed Central PMCID: 4948527.

21. Ricucci D, Rocas IN, Alves FR, Loghin S, Siqueira JF, Jr. Apically Extruded Sealers: Fate and Influence on Treatment Outcome. *Journal of endodontics*. 2016 Feb;42(2):243-9. PubMed PMID: 26725179.

22. Sadaf D, Ahmad MZ. Factors associated with postoperative pain in endodontic therapy. *International journal of biomedical science : IJBS*. 2014 Dec;10(4):243-7. PubMed PMID: 25598754. Pubmed Central PMCID: 4289697.

23. Marquis VL, Dao T, Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase III: initial treatment. *Journal of endodontics*. 2006 Apr;32(4):299-306. PubMed PMID: 16554199.

24. Schaeffer MA, White RR, Walton RE. Determining the optimal obturation length: a meta-analysis of literature. *Journal of endodontics*. 2005 Apr;31(4):271-4. PubMed PMID: 15793382.

25. Sarin A, Gupta P, Sachdeva J, Gupta A, Sachdeva S, Nagpal R. Effect of Different Obturation Techniques on the Prognosis of Endodontic Therapy: A Retrospective Comparative Analysis. *The journal of contemporary dental practice*. 2016 Jul 1;17(7):582-6. PubMed PMID: 27595726.

26. Rosen E, Goldberger T, Taschieri S, Del Fabbro M, Corbella S, Tsesis I. The Prognosis of Altered Sensation after Extrusion of Root Canal Filling Materials: A Systematic Review of the Literature. *Journal of endodontics*. 2016 Jun;42(6):873-9. PubMed PMID: 27133502.

27. Nitzan DW, Stabholz A, Azaz B. Concepts of accidental overfilling and overinstrumentation in the mandibular canal during root canal treatment. *Journal of endodontics*. 1983 Feb;9(2):81-5. PubMed PMID: 6590769.

28. Blanas N, Ki

enle F, Sandor GK. Injury to the inferior alveolar nerve due to thermoplastic gutta percha. Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. 2002 May;60(5):574-6. PubMed PMID: 11988939.

29. Blanas N, Kienle F, Sandor GK. Inferior alveolar nerve injury caused by thermoplastic gutta-percha overextension. Journal. 2004 Jun;70(6):384-7. PubMed PMID: 15175118.

30. Alonso-Ezpeleta LO, Gasco-Garcia C, Castellanos-Cosano L, Martin-Gonzalez J, Lopez-Frias FJ, Segura-Egea JJ. Postoperative pain after one-visit root-canal treatment on teeth with vital pulps: comparison of three different obturation techniques. Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal. 2012 Jul 1;17(4):e721-7. PubMed PMID: 22322522. Pubmed Central PMCID: 3476040.

31. http://www.dentsplymailefer.com/wp-content/uploads/2015/Dentsply/Obturation/Ciments/TOPSEAL/produit49_EN.pdf. Top Seal Instructions for use Maillefer Instruments SA CH -1338 Ballaigues Switzerland [Internet]2014.

32. DENTSPLY Tulsa Dental Specialties DI, Inc.Dentsply Sirona, Inc. GuttaCore® Crosslinked Gutta-Percha Core Obturators Directions for Use. Step-by-Step Instructions, 7 Drying the Canal and Applying Sealer. 608 Rolling Hills Dr. Johnson City, TN 37604: www.dentsplysirona.com; 2017. p. pag 7.

33. Aminoshariae A, Kulild JC, Donaldson M, Hersh EV. Evidence-based recommendations for analgesic efficacy to treat pain of endodontic origin: A systematic review of randomized controlled trials. Journal of the American Dental Association. 2016 Oct;147(10):826-39. PubMed PMID: 27475974.

34. Mehrvarzfar P, Esnashari E, Salmanzadeh R, Fazlyab M, Fazlyab M. Effect of Dexamethasone Intraligamentary Injection on Post-Endodontic Pain in Patients with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Randomized Controlled Clinical Trial. Iranian endodontic journal. 2016 Fall;11(4):261-6. PubMed PMID: 27790253. Pubmed Central PMCID: 5069900.

35. Hale R, Gatti R, Glickman GN, Opperman LA. Comparative analysis of carrier-based obturation and lateral compaction: a retrospective clinical outcomes study. International journal of dentistry. 2012;2012:954675. PubMed PMID: 22567010. Pubmed Central PMCID: 3332180.

36. Fang Y, Wang X, Zhu J, Su C, Yang Y, Meng

- L. Influence of Apical Diameter on the Outcome of Regenerative Endodontic Treatment in Teeth with Pulp Necrosis: A Review. *Journal of endodontics*. 2018 Mar;44(3):414-31. PubMed PMID: 29273495.
37. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic Topics*. 2005;10(1):3-29.
38. de Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, et al. Treatment outcome in endodontics: the Toronto study--phase 4: initial treatment. *Journal of endodontics*. 2008 Mar;34(3):258-63. PubMed PMID: 18291271.
39. Pascon EA, Spangberg LS. In vitro cytotoxicity of root canal filling materials: 1. Gutta-percha. *Journal of endodontics*. 1990 Sep;16(9):429-33. PubMed PMID: 2098460.
40. Scotti R, Tiozzo R, Parisi C, Croce MA, Baldissara P. Biocompatibility of various root canal filling materials ex vivo. *International endodontic journal*. 2008 Aug;41(8):651-7. PubMed PMID: 18702764.
41. Brackett MG, Marshall A, Lockwood PE, Lewis JB, Messer RL, Bouillaguet S, et al. Cytotoxicity of endodontic materials over 6-weeks ex vivo. *International endodontic journal*. 2008 Dec;41(12):1072-8. PubMed PMID: 19133096.
42. Tavares T, Soares IJ, Silveira NL. Reaction of rat subcutaneous tissue to implants of gutta-percha for endodontic use. *Endodontics & dental traumatology*. 1994 Aug;10(4):174-8. PubMed PMID: 7995248.
43. Sjogren U, Sundqvist G, Nair PN. Tissue reaction to gutta-percha particles of various sizes when implanted subcutaneously in guinea pigs. *European journal of oral sciences*. 1995 Oct;103(5):313-21. PubMed PMID: 8521123.
44. Yamaguchi K, Matsunaga T, Hayashi Y. Gross extrusion of endodontic obturation materials into the maxillary sinus: a case report. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*. 2007 Jul;104(1):131-4. PubMed PMID: 17368059.
45. Wong AW, Zhang S, Li SK, Zhang C, Chu CH. Clinical studies on core-carrier obturation: a systematic review and meta-analysis. *BMC oral health*. 2017 Dec 29;17(1):167. PubMed PMID: 29284463. Pubmed Central PMCID: 5747112.

46. Eleftheriadis GI, Lambrianidis TP. Technical quality of root canal treatment and detection of iatrogenic errors in an undergraduate dental clinic. *International endodontic journal*. 2005 Oct;38(10):725-34. PubMed PMID: 16164687.

7. Anexos

7.1. Artículo traducido en inglés

Overfilling and associated factors.

FACTORS ASSOCIATED TO APICAL OVERFILLING AFTER A THERMOPLASTIC OBTURATION TECHNIQUE – CALAMUS[®] OR GUTTACORE[®]: A RANDOMIZED CLINICAL EXPERIMENT.

JAVIER L. NINO-BARRERA^{1,2}, LUIS F. GAMBOA-MARTINEZ¹, HORACIO LASERNA-ZULUAGA¹, JESSY UNAPANTA¹, DANIELA HERNÁNDEZ-MEJIA¹, CAROLINA OLAYA¹, DIANA ALZATE-MENDOZA¹

¹ Universidad El Bosque, Facultad de Odontología, Posgrado de Endodoncia, Bogotá Colombia.

² Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Odontología, Bogotá Colombia.

ABSTRACT

The aims of this study were to analyze whether age, tooth type and sex are related to radiographically visible extrusion of filling material as an unintended outcome in teeth undergoing endodontic treatment with a thermoplastic obturation technique (Calamus[®] or GuttaCore[®]) and to determine whether the presence of such overfilling is associated to postoperative pain. We selected 120 teeth with diagnoses involving vital pulp and indication for endodontic treatment. Biomechanical preparation was performed using the Protaper Next[®] system with X2 or X3 master apical file. Teeth were randomly divided into 2 groups (n=60). Teeth in Group 1 were filled with the Guttacore[®] system and teeth in Group 2 were filled with single cone technique and Calamus[®] obturation system. Thermoplastic obturation techniques were found to cause overfilling in 53.33% of the total cases (64 teeth) (56.66% in Guttacore[®] group and 50% in the Calamus[®] group). Anterior teeth were found to be associated to presence of overfilling (p= 0.024) (OR = 4.35). Of the 120 teeth treated, 10 (8.33%) presented postoperative pain and radiographically visible overfilling. The association between presence of extruded filling material and mild/moderate pain was statistically significant with p = 0.002.

To conclude, endodontic thermoplastic obturation with Guttacore® and Calamus® systems are significantly associated with the probability of filling material extrusion, and overfilling is associated to postoperative pain. Anterior teeth are 4 times more likely to be overfilled with the obturation techniques tested.

KEY WORDS: Gutta-percha, Pain, Root Canal Filling Materials, Root Canal Obturation, Root canal therapy, Tooth apex

INTRODUCTION

The aim of root canal obturation is to prevent pathogenic microorganisms from invading and recolonizing the root canal by after its preparation and biomechanical cleaning by sealing it hermetically, both apically and laterally, with biocompatible materials^{1, 2}. Three-dimensional obturation techniques helped by sealers are used to reduce the presence of voids in the obturation and achieve appropriate fit and adherence to root canal walls^{1, 3-5}.

The concept of 3-D root canal filling with warm gutta-percha condensation technique was introduced by Schilder in 1967⁶ and has developed over time with the advent of devices facilitating it^{1, 3, 4}. These new techniques enable root canals to be filled with thermoplasticized gutta-percha, which favors 3-D filling⁷.

Among recently developed techniques for dispensing thermoplasticized gutta-percha inside the root canal with the aim of facilitating and optimizing vertical condensation are Calamus® (Dentsply®, Maillefer®, Switzerland), which works as an integrated system with “Downpack” for the apical third creating an apical plug and “Backfill” for the middle and coronal thirds, providing 3-D filling throughout the root canal^{5, 8, 9}; and the Guttacore® system, (Dentsply® Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, USA), which uses a thermally stable cross-linked gutta-percha core which enables the material to preserve its properties during and after the procedure, thereby achieving 3-D obturation¹⁰⁻¹².

Overfilling has been defined as obturation which reaches the radiographic apex and extrudes within the periapical tissue¹³ and has been classified as a procedural accident¹⁴. Extrusion of

filling material has also been called “apical puff”, and is radiographically visible as a small quantity of sealer protruding through the apical foramen, sometimes with remains of gutta-percha^{15, 16}.

With regard to the influence of factors such as tooth type or age on presence of apical overfilling, AlRahabi reports that upper molars are the teeth most likely to have accidental apical overfilling, showing that the type of tooth does influence whether or not there is apical extrusion of filling material. However that study considered lateral condensation techniques, not modern thermoplasticized gutta-percha techniques¹⁷. With regard to age, a higher number of endodontic failures has been reported in patients aged 41 to 50 years, although the cause of endodontic failure has not been specified as overfilling¹⁸.

Tennert et al. report presence of apical extrusion of filling material in 80% with Thermafil® and 42% with warm vertical compaction technique⁴. However, to date there is no study in the literature evaluating presence of overfilling *in vivo* with the technological development of the techniques used by Tennert et al., including thermoplasticized gutta-percha obturation systems such as Calamus® and Guttacore®.

Prognosis for endodontic treatments with overfilling of material (sealer and/or gutta-percha) has been a subject of controversy. Ricucci et al. report that the type of extruded sealer does not affect treatment prognosis and that overfilling has better prognosis if the tooth does not have preoperative apical lesion¹⁹. Sadaf et al. report low association between overfilling and postoperative pain (3.3%) and between pain and sealer extrusion (26.7%)²⁰.

Swartz et al. report 63.41% success rate in overfilled teeth, which is significantly lower than the 89.77% observed for teeth with adequate obturation length². Marquis et al. report 86% success rate for cases without extruded sealer and 73% success rate with extruded sealer²¹. In a meta-analysis to determine optimal obturation length, Schaeffer et al. report that teeth without overfilling have significantly better prognosis than overfilled teeth²².

Similarly, the extrusion of obturation material has been reported as a factor that delays bone repair in teeth with periapical pathology²³. It has been reported that apical extrusion of sealer

can damage the nerve structures in the periapical tissue, altering the sensitivity of the nerves involved²⁴⁻²⁷.

The Thermafil[®] system, which is the predecessor of Guttacore[®], has been reported to have higher risk of extrusion of filling material compared to the cold lateral condensation technique, and this extrusion is associated with the occurrence of postoperative pain 24 to 48 hours after the procedure²⁸. This might be explained by apical overfilling stimulating and activating sensory neurons, which are related to the manifestation of acute postoperative pain in the treated tooth.

According to the above, postoperative pain may be associated to overfilling in root canal treatment; however, there is no report on how these symptoms are related to extrusion of filling material as a result of thermoplastic techniques such as Calamus[®] and Guttacore[®]. Neither are there any reports on the association between overfilling with Calamus[®] and Guttacore[®] techniques and factors such as age, tooth type or sex.

The aims of this study were thus to analyze whether age, tooth type and sex are associated with radiographically visible extrusion of filling material as an unintended outcome in teeth subjected to endodontic treatment with thermoplastic obturation (Calamus[®] or Guttacore[®]) and to determine whether the presence of overfilling is associated to postoperative pain.

MATERIALS AND METHODS

This was a randomized clinical experiment. It was approved by the Research and Ethics Committee of Universidad el Bosque (Bogotá, Colombia), during an Institutional Ethics Committee session on December 4, 2014.

The study considered patients who visited the post-graduate endodontics clinic at Universidad El Bosque (Bogotá Colombia) with indication for root canal treatment between March 1, 2015 and January 30, 2016. (Fig.1)

Patients were informed and invited to participate in the research project. They participated after completing the regulatory clinical history used at Universidad El Bosque (Bogota, Colombia) and completing the informed consent for the clinical study.

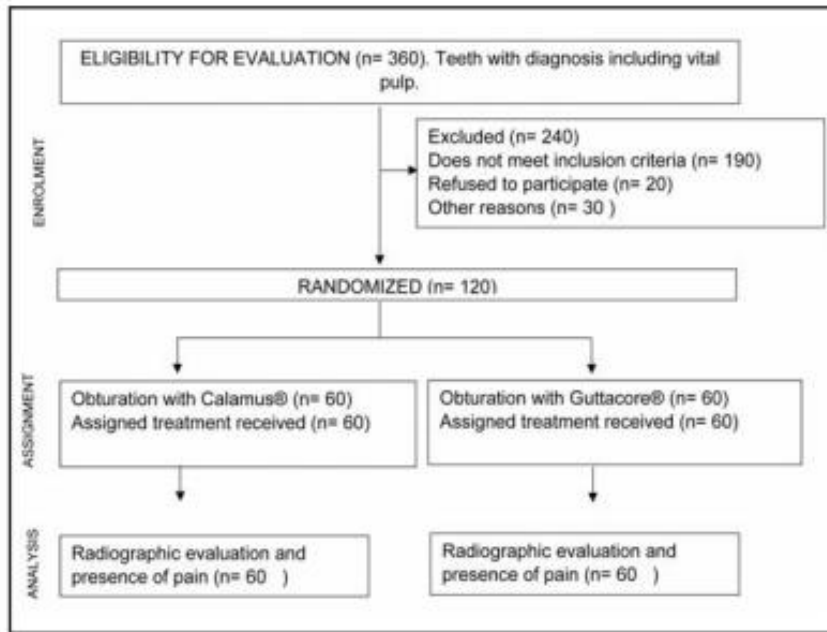


Fig. 1: Distribution and randomization of the groups.

Sample size was calculated probabilistically using the asymptotic normal method with type I error 0.05 and type II error 0.20. Sample size was determined as 60 teeth per group, including a 20% dropout rate.

The study analyzed 120 teeth in patients aged 18 to 60 years of both sexes who had been referred to the post-graduate endodontics clinic at Universidad El Bosque (Bogota, Colombia).

Inclusion criteria were teeth with vital pulp with indication for endodontic treatment, with formed apex, and for which during biomechanical preparation, maximum master apical file diameter was X2 or X3 (Protaper Next®).

Exclusion criteria were teeth diagnosed with apical periodontitis, teeth with open apex or which during biomechanical preparation presented a master apical file larger than X2 or X3 (Protaper Next®).

Biomechanical preparation protocol for teeth using the Protaper Next® system included the following steps: local anesthetic block with 2% lidocaine and 1:80,000 epinephrine; opening and shaping the access cavity with high-speed handpiece, round diamond bur and endo-Z bur; locating root canal entrance with endodontic probe. The operating field was completely isolated

with rubber sheet. Root canal apical patency was verified with a size 10 file, working length was determined with a Root ZX II[®] apex locator (J. Morita[®]) and confirmed with a conductometry radiograph.

Biomechanical preparation was performed with the Protaper Next[®] system, and for the selected teeth it was confirmed that they presented master apical file X2 (025.06) or X3 (030.07) by continuing with pecking motion until working length was reached, irrigating constantly with 5.25% sodium hypochlorite.

Lastly, the final irrigation protocol was performed, which consisted of drying the canal with sterile paper points, irrigating with 17% EDTA for one minute, drying the canal again with sterile paper points and irrigating with 5.25% sodium hypochlorite, and drying the canal once again with sterile paper points.

The manufacturer's instructions were followed for root canal obturation: working length was confirmed, the canal was coated with 1:1 Top Seal[®] cement²⁹ with a Protaper Next[®] system (Dentsply[®]) X2 or X3 paper point to working length³⁰.

Group 1 was filled with the Guttacore[®] system (Dentsply[®]) and Group 2 was filled with a hybrid obturation technique using Protaper Next[®] single cone (Dentsply[®]) and obturation technique with Calamus[®] thermoplasticized gutta-percha (Dentsply[®]), following the manufacturer's instructions. Lastly, a final radiograph was taken.

In order to standardize the digital periapical radiographs (initial, conductometry, conometry and final radiograph) a mold was made with heavy silicone on which to position the sensor and hold it in fixed position, allowing reproducibility in the angle of the radiographs.

Presence of overfilling or extrusion of filling material was evaluated in the final radiograph by an endodontics specialist (JN) with 16 years' experience, who was blinded to the filling procedure performed on each patient.

All patients had a follow-up visit 24 hours after the endodontic procedure, in order to establish whether there was postoperative pain. If there was, it was managed with occlusal adjustment and analgesic³¹. Intensity and presence of pain were measured on a visual analog scale (VAS)

with values ranging from 1 mm to 170 mm, classified as follows: 0 mm to 54 mm mild pain, 54 mm to 114 mm moderate pain and 114 mm to 170 mm severe pain³².

In order to ensure that the process would be unpredictable, subjects were assigned randomly to the study groups by means of numbers generated using the STATA® software RALLOC command and sealed in opaque, sequentially numbered envelopes. Following diagnosis and signature of informed consent, envelopes were opened and the procedure performed at the post-graduate Endodontics Clinic at Universidad El Bosque (Bogotá, Colombia) by post-graduate residents under teacher supervision. Under no circumstances was patient assignment to one of the experimental groups known prior to endodontic treatment. The endodontist who read and evaluated the radiographs was blinded.

Statistical analysis

Shapiro-Wilk's test was performed in order to determine whether or not the data for each variable were distributed normally. Pearson's chi-square test was used for differences between proportions.

Subsequently, bivariate tests were performed to determine relationships between dependent variables (presence of overfilling) and independent variables (age, sex, tooth type and filling system). The quantitative-qualitative nature of the study variables was taken into account.

Multivariate analysis was adjusted according to socio demographic variables, confounding variables and possible interaction, in order to model the effect of different risk factors on presence of overfilling and determine whether potential differences between experimental groups are maintained after controlling the various factors associated to the presence of the study event. As the outcomes were dichotomic (presence or absence of overfilling or extrusion of filling material), a logistic regression analysis was performed.

A p-value < 0.05 was determined in all cases. All statistical analyses were performed on STATA®.

The information obtained was entered directly into an EXCEL® electronic database. Names were kept separate from the rest of the information, which was stored under unique identifying

numbers. STATA© files were created to analyze all the information in the registers and individual results.

RESULTS

Table 1 shows the baseline characteristics of the study subjects and their distribution into two experimental groups. Pearson’s chi-square test found no significant difference between groups, i.e. the distribution of age ($p = 0.258$), sex ($p = 0.073$) and tooth type ($p = 0.086$) are similar in both experimental groups, and therefore did not affect the results of the study.

Table 1: Baseline characteristics of patients and teeth in the study. There is no significant difference in distribution of patients and teeth between groups.

	Calamus® (n=60)	Guttacore® (n=60)	Total (n=120)	P value =
Age (years)	51.43±11.72	50.7±10.27	51.06±10.98	0.258
Sex				0.073
Female	38 (63.33%)	48 (80%)	86 (71.67)	
Male	22 (36.66%)	12 (20%)	34 (28.33)	
Tooth type				0.086
Anterior	18 (30%)	8 (13.33%)	26 (21.67%)	
Premolars	17 (28.33%)	21 (35%)	38 (31.67%)	
Molars	25 (41.67%)	31 (51.67%)	56 (46.67%)	

Tables 2 and 3 show presence of extruded filling material with the Calamus® and Guttacore® techniques. Both techniques produced extruded sealer. Extruded sealer was present in 53.33% (64 teeth) overall. There was extrusion in 56.66% of teeth treated with Guttacore® and 50% of teeth treated with Calamus®, with no significant difference between groups ($p = 0.583$), although frequency was higher for Guttacore® (Table 3).

Table 3: Apical puff with Calamus® and Guttacore®. There is no significant difference between obturation techniques (P = 0.58).

Technique	Presence of apical puff					
	Yes		No		Total	
	N	%	N	%	n	%
CALAMUS®	30	50%	30	50%	60	100%
GUTTACORE®	34	56.66%	26	43.33%	60	100%
TOTAL	64	53.33%	56	46.66%	120	100%

Table 3: Apical puff with Calamus® and Guttacore®. There is no significant difference between obturation techniques (P = 0.58).

Technique	Presence of apical puff					
	Yes		No		Total	
	N	%	N	%	n	%
CALAMUS®	30	50%	30	50%	60	100%
GUTTACORE®	34	56.66%	26	43.33%	60	100%
TOTAL	64	53.33%	56	46.66%	120	100%

Out of the total patients treated with either of the two thermoplasticized gutta-percha techniques (Calamus® or Guttacore), 8.33% (10 teeth) presented mild/moderate postoperative pain, while 91.6% presented no pain. No statistically significant difference in postoperative pain was found between filling techniques ($p = 0.509$), although it was higher for Calamus® (Table 4).

Table 4: Mild/moderate postoperative pain. There is no significant difference in presence of pain between obturation techniques (P = 0.509).

Technique	Postoperative pain					
	Yes		No		Total	
	N	%	N	%	n	%
CALAMUS®	6	10%	54	90%	60	100%
GUTTACORE®	4	6.67%	56	93.3%	60	100%
TOTAL	10	8.33%	110	91.6%	120	100%

Since all teeth presenting pain also presented extruded filling material, when Pearson's chi-square test (Fisher's exact test) was applied, it found significant association between presence of extruded filling material and mild/moderate pain ($p = 0.002$) (Table 5).

Table 5: Significant association (Pr = 0.002) between presence of extruded filling material and mild/moderate postoperative pain.

Pain	Apical puff		Total
	No	Yes	
No	56 (50.91%)	54 (49.09%)	110 (100%)
Yes	0 (0.0%)	10(100%)	10(100%)
Total	56(46.67%)	64(53.33%)	120(100%)

For this study, teeth were classified as anterior, premolars and molars^{17, 33}. Significant association was found between presence of extruded filling material and anterior teeth ($p = 0.024$). There was higher incidence of overfilling (76.92%) in anterior teeth than in premolars (47.37%) or molars (46.43%) (Table 6).

Table 6: Presence of apical puff according to tooth type. There is significant association between anterior teeth and extruded filling material (P = 0.024).

Tooth	Apical puff		Total
	No	Yes	
Anterior	6 (23%)	20 (76.92%)	26 (100%)
Premolars	20(52.63%)	18(47.37%)	38(100%)
Molars	30(53.57%)	26(46.43%)	56(100%)
Total	56(46.67%)	64(53.33%)	120(100%)

Logistic regression analysis on the factors associated to presence of extruded filling material shows anterior teeth as a variable with statistically significant association in the raw model (OR 3.70; $P = 0.01$). In the model adjusted with the variables sex, age and filling system, the same factor (anterior teeth) was the only one with statistically significant association ($p = 0.01$) with OR 4.35, which means that the risk of extruded filling material from a root canal in an anterior tooth is 4 times higher than in a premolar or molar.

DISCUSSION

This randomized clinical experiment was conducted to evaluate what factors could influence the presence of accidental apical overfilling or extrusion of sealer. Following randomization, a statistical verification confirmed that factors were distributed between groups in similar proportions, enabling dismissal of the possibility of results being affected by any imbalance. This is important to note because apical foramen diameter varies according to age³⁴ and differs between anterior and posterior teeth³⁵, so confirmation of similar distribution between groups provides reliability to the results.

Overall, with the Calamus[®] and Guttacore[®] obturation techniques used in this study there was extrusion of filling material in 53.33%. This value differs from Tennert et al., who report 80% extrusion of material with Thermafil[®] and 42% with a vertical condensation filling technique⁴. In addition, the present study found no significant difference in extrusion of filling material between the two techniques. The difference between Tennert et al. and the current study may be due to study methodological design. Tennert et al. conducted a retrospective study with little control over inclusion criteria, whereas the current study was prospective, with randomized distribution into groups, and controlled both the procedures performed and the inclusion criteria.

De Chevigny et al. found 53% extrusion of filling material in a sample grouping the Toronto study phases 1 to 4³⁶, which is in agreement with the 53.33% reported in the current study. However, De Chevigny et al. used lateral condensation and vertical condensation filling techniques, so clearly, filling material extrusion or overfilling may occur regardless of the filling technique and without the possibility of being predicted with total certainty¹⁴, although the outcome is generally functional^{19, 21, 36}, so that it may be considered an accident with good prognosis.

Said good prognosis may be owed to the periapical tissue's tolerance to the cytotoxicity of the filling material (gutta-percha and sealer)^{37, 38}, although if filling material extrudes and affects neighboring anatomical structures, it may lead to consequences which could cause patient discomfort^{16, 24-27, 39}. Here, it is important to stress that it is not possible to predict how much

filling material (sealer or gutta-percha) will extrude or how far it will reach^{14, 39}, in addition to which extruded material can only be detected radiographically after the obturation has been completed. It is therefore important to endeavor to keep the obturation material within the root canal, limiting extrusion to what it really is: an accident with good prognosis, not an aim of the obturation.

Wong et al. conducted a meta-analysis observing overfilling and postoperative pain in teeth with root canals filled with Thermafil® system, finding postoperative pain in 24%⁴⁰, higher than the 8.33% found in the current study. Wong et al. claim that postoperative pain was due to the extrusion of filling material⁴⁰. This explanation may also apply in the current study, which found that all teeth presenting postoperative pain also had extruded filling material.

AlRahabi report average overfilling of 44.15% in molars (62.5% in upper molars and 25.8% in lower molars), similar to the overall 46.43% found for molars in the current study. However, for anterior teeth, AlRahabi, report 16.25% (20% for upper incisors and 12.5% for lower incisors)¹⁷, which is much lower than the 76.92% found in the current study. Differences in treatment protocols may explain this inconsistency between results. These differences include that the current study determined working length with an apex locator (Root ZX II® J Morita®.) and confirmed it radiographically, while AlRahabi only took a conductometry radiograph, and that in AlRahabi the root canal treatments were performed by undergraduate fourth or fifth year students¹⁷, while in the current study they were performed by postgraduate students of endodontics.

The statistically significant association found between extrusion of filling material and anterior teeth may be explained by two reasons: (a) as has been reported previously, it is easier to fill anterior than posterior teeth,^{14, 17} and (b) the difference in the diameter of the apical foramen between anterior and posterior teeth³⁵.

Statistically significant association between extrusion of filling material and anterior teeth has not been reported previously in the literature, so anterior teeth should be taken into account as a risk factor for extruded filling material. Special care should thus be taken to maintain a stable

apical limit during biomechanical preparation of anterior teeth to prevent extrusion of filling material.

Within the limitations of this study, it may be concluded that the endodontic thermoplastic filling techniques with Guttacore[®] and the Calamus[®] system are significantly associated to the probability of filling material extrusion. In this regard, there is no difference between techniques and overfilling is associated with mild/moderate post-operative pain. Anterior teeth are 4 times more likely to be overfilled than premolars and molars with these filling techniques.

REFERENCES

1. Tomson RM, Polycarpou N, Tomson PL. Contemporary obturation of the root canal system. *Br Dent J* 2014;216:315-322.
2. Swartz DB, Skidmore AE, Griffin JA, Jr. Twenty years of endodontic success and failure. *J Endod* 1983;9:198-202.
3. Farias AB, Pereira KF, Beraldo DZ, Yoshinari FM, Arashiro FN, Zafalon EJ. Efficacy of three thermoplastic obturation techniques in filling oval-shaped root canals. *Acta Odontol Latinoam* 2016;29:76-81.
4. Tennert C, Jungback IL, Wrbas KT. Comparison between two thermoplastic root canal obturation techniques regarding extrusion of root canal filling--a retrospective in vivo study. *Clin Oral Investig* 2013;17:449-454.
5. Gupta R, Dhingra A, Panwar NR. Comparative Evaluation of Three Different Obturating Techniques Lateral Compaction, Thermafil and Calamus for Filling Area and Voids Using Cone Beam Computed Tomography: An Invitro study. *J Clin Diagn Res* 2015;9:ZC15-17.
6. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am* 1967;7:23-744.
7. Brothman P. A comparative study of the vertical and the lateral condensation of gutta-percha. *J Endod* 1981;7:27-30.
8. Ruddle CJ. Filling root canal systems: the Calamus 3-D obturation technique. *Dent Today* 2010;29:76, 78-81.

9. Jindal D, Sharma M, Raisingani D, Swarnkar A, Pant M, Mathur R. Volumetric analysis of root filling with cold lateral compaction, Obtura II, Thermafil, and Calamus using spiral computerized tomography: An In vitro Study. *Indian J Dent Res* 2017;28:175-180.
10. Zogheib C, Hanna M, Pasqualini D, Naaman A. Quantitative volumetric analysis of cross-linked gutta-percha obturators. *Ann Stomatol (Roma)* 2016;7:46-51.
11. Schafer E, Schrenker C, Zupanc J, Burklein S. Percentage of Gutta-percha Filled Areas in Canals Obturated with Cross-linked Gutta-percha Core-carrier Systems, Single-Cone and Lateral Compaction Technique. *J Endod* 2016;42:294-298.
12. Marques-Ferreira M, Abrantes M, Ferreira HD, Caramelo F, Botelho MF, Carrilho EV. Sealing efficacy of system B versus Thermafil and Guttacore obturation techniques evidenced by scintigraphic analysis. *J Clin Exp Dent* 2017;9:e56-e60.
13. Kandemir Demirci G, Caliskan MK. A Prospective Randomized Comparative Study of Cold Lateral Condensation Versus Core/Gutta-percha in Teeth with Periapical Lesions. *J Endod* 2016;42:206-210.
14. Mozayeni MA, Asnaashari M, Modaresi SJ. Clinical and Radiographic Evaluation of Procedural Accidents and Errors during Root Canal Therapy. *Iran Endod J* 2006;1:97-100.
15. Koch K, Brave D. A new endodontic obturation technique. *Dent Today* 2006;25:102, 104-107.
16. Morse DR. Infection-related mental and inferior alveolar nerve paresthesia: literature review and presentation of two cases. *J Endod* 1997;23:457-460.
17. AlRahabi MK. Evaluation of complications of root canal treatment performed by undergraduate dental students. *Libyan J Med* 2017;12:1345582.
18. Iqbal A. The Factors Responsible for Endodontic Treatment Failure in the Permanent Dentitions of the Patients Reported to the College of Dentistry, the University of Aljouf, Kingdom of Saudi Arabia. *J Clin Diagn Res* 2016;10:ZC146-148.
19. Ricucci D, Rocas IN, Alves FR, Loghin S, Siqueira JF, Jr. Apically Extruded Sealers: Fate and Influence on Treatment Outcome. *J Endod* 2016;42:243-249.
20. Sadaf D, Ahmad MZ. Factors associated with postoperative pain in endodontic therapy. *Int J Biomed Sci* 2014;10:243-247.

21. Marquis VL, Dao T, Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase III: initial treatment. *J Endod* 2006;32:299-306.
22. Schaeffer MA, White RR, Walton RE. Determining the optimal obturation length: a meta-analysis of literature. *J Endod* 2005;31:271-274.
23. Sarin A, Gupta P, Sachdeva J, Gupta A, Sachdeva S, Nagpal R. Effect of Different Obturation Techniques on the Prognosis of Endodontic Therapy: A Retrospective Comparative Analysis. *J Contemp Dent Pract* 2016;17:582-586.
24. Rosen E, Goldberger T, Taschieri S, Del Fabbro M, Corbella S, Tsesis I. The Prognosis of Altered Sensation after Extrusion of Root Canal Filling Materials: A Systematic Review of the Literature. *J Endod* 2016;42:873-879.
25. Nitzan DW, Stabholz A, Azaz B. Concepts of accidental overfilling and overinstrumentation in the mandibular canal during root canal treatment. *J Endod* 1983;9:81-85.
26. Blanas N, Kienle F, Sandor GK. Injury to the inferior alveolar nerve due to thermoplastic gutta percha. *J Oral Maxillofac Surg* 2002;60:574-576.
27. Blanas N, Kienle F, Sandor GK. Inferior alveolar nerve injury caused by thermoplastic gutta-percha overextension. *J Can Dent Assoc* 2004;70:384-387.
28. Alonso-Ezpeleta LO, Gasco-Garcia C, Castellanos-Cosano L, Martin-Gonzalez J, Lopez-Frias FJ, Segura-Egea JJ. Postoperative pain after one-visit root-canal treatment on teeth with vital pulps: comparison of three different obturation techniques. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2012;17:e721-727.
29. http://www.dentsplymaillefer.com/wp-content/uploads/2015/Dentsply/Obturation/Ciments/TOPSEAL/produit49_EN.pdf. Top Seal Instructions for use Maillefer Instruments SA CH -1338 Ballaigues Switzerland [Internet]2014.
30. DENTSPLY Tulsa Dental Specialties DI, Inc.Dentsply Sirona, Inc. GuttaCore® Crosslinked Gutta-Percha Core Obturators Directions for Use. Step-by-Step Instructions, 7 Drying the Canal and Applying Sealer. 608 Rolling Hills Dr. Johnson City, TN 37604: www.dentsplysirona.com; 2017. p. pag 7.

31. Aminoshariae A, Kulild JC, Donaldson M, Hersh EV. Evidence-based recommendations for analgesic efficacy to treat pain of endodontic origin: A systematic review of randomized controlled trials. *J Am Dent Assoc* 2016;147:826-839.
32. Mehrvarzfar P, Esnashari E, Salmanzadeh R, Fazlyab M, Fazlyab M. Effect of Dexamethasone Intraligamentary Injection on Post-Endodontic Pain in Patients with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Iran Endod J* 2016;11:261-266.
33. Hale R, Gatti R, Glickman GN, Opperman LA. Comparative analysis of carrier-based obturation and lateral compaction: a retrospective clinical outcomes study. *Int J Dent* 2012;2012:954675.
34. Fang Y, Wang X, Zhu J, Su C, Yang Y, Meng L. Influence of Apical Diameter on the Outcome of Regenerative Endodontic Treatment in Teeth with Pulp Necrosis: A Review. *J Endod* 2018;44:414-431.
35. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Topics* 2005;10:3-29.
36. de Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto study--phase 4: initial treatment. *J Endod* 2008;34:258-263.
37. Scotti R, Tiozzo R, Parisi C, Croce MA, Baldissara P. Biocompatibility of various root canal filling materials ex vivo. *Int Endod J* 2008;41:651-657.
38. Tavares T, Soares IJ, Silveira NL. Reaction of rat subcutaneous tissue to implants of gutta-percha for endodontic use. *Endod Dent Traumatol* 1994;10:174-178.
39. Yamaguchi K, Matsunaga T, Hayashi Y. Gross extrusion of endodontic obturation materials into the maxillary sinus: a case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:131-134.
40. Wong AW, Zhang S, Li SK, Zhang C, Chu CH. Clinical studies on core-carrier obturation: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health* 2017;17:167.