



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina

Estudio comparativo del efecto de la radioterapia en tres marcas de
gutapercha endodóntica

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

Presenta:

L.O. María Alejandra Narváez Rodríguez

Dirigido por:

C.D.E.E. Cesar López Cruz

Co-Director:

Dra. Marina Vega González

Querétaro, Qro a 19 julio 2021



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina
Posgrado en Endodoncia

**“ESTUDIO COMPARATIVO DEL EFECTO DE LA RADIOTERAPIA EN TRES
MARCAS DE GUTAPERCHA ENDODONTICA”**

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de Posgrado en Endodoncia

Presenta:

Lic. En Odont. María Alejandra Narvéez Rodríguez

Dirigido por:

C.D.E.E. Cesar López Cruz

Co-dirigido por:

Dra. Marina Vega González

C.D.E.E. Cesar López Cruz
Presidente

Dra. Marina Vega González
Secretario

Dr. Rubén Abraham Domínguez Pérez
Vocal

Dr. Rafael Alberto Pedraza Neiza
Suplente

C.D.E.E. Miguel Ángel Almanza Vega
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Julio 2021, México

RESUMEN

Introducción: La incidencia de cáncer de cabeza y cuello ha ido en aumento en los últimos años, tanto en número como en rangos de edad; la radioterapia como tratamiento para esta patología tiene como efecto secundario el daño a los tejidos adyacentes a la zona; en el caso de pacientes con endodoncias previas, no se sabe si la radiación ionizante produce algún efecto sobre los materiales usados para la obturación de los conductos radiculares. **Objetivo:** Determinar si la radiación ionizante afecta a la superficie y microestructura de la gutapercha de las marcas Dentsply®, Meta Biomed® e Hygenic®. **Material y métodos:** Se trata de un estudio experimental; se seleccionaron 24 puntas de gutapercha divididas en 4 grupos, las cuales fueron sometidas a diferentes dosis de radiación ionizante. Se pesaron las muestras antes y después del protocolo de radiación; se observaron las puntas en un MEB, se realizaron análisis elementales usando un EDS y, mediante el Software ImageJ, se determinó el área total de la muestra y el área ocupada por las irregularidades del material y/o por los cambios producidos por la radiación. **Resultados:** La gutapercha endodóntica que tuvo mayor porcentaje de porosidad a los 30 Gy y 50 Gy fue la Meta Biomed con un porcentaje de 43.17% (40') y 80.17% (35'), la gutapercha Hygenic calibre 40 a los 50 Gy presentó mayor porcentaje de porosidad con un 47.78%. **Conclusiones:** La radiación ionizante si afecta la superficie y microestructura de la gutapercha de uso endodóntico, la marca que presentó mayor porcentaje de porosidad fue la Meta Biomed y la menos afectada fue la gutapercha marca Dentsply.

Palabras clave:

Endodoncia; Radiación ionizante; Gutapercha; Cáncer de cabeza y cuello; Gray.

SUMMARY

Introduction: The incidence of head and neck cancer has been on the rise in recent years, both in number and in age range; the secondary effects of radiotherapy as treatment for this pathology are damages to the adjacent tissues; in the case of patients with previous root canal treatments, it is not known if the ionizing radiation produces any effect on the used materials for the obturation of the root canal. **Objective:** To determine if ionizing radiation affects the surface and microstructure of gutta-percha Dentsply®, Meta Biomed® and Hygenic®. **Material and methods:** This is an experimental study; 24 gutta-percha points, divided in 4 groups, were selected, which were subjected to different doses of ionizing radiation. The gutta percha points were weighted before and after the radiation protocol, and observed on SEM. Elemental analysis was realized using an EDS and with the software ImageJ it was determined the total area of the samples and the area occupied by the irregularities of the material or due to the changes produced by the ionizing radiation. **Results:** The Endodontic gutta-percha with a higher porosity percentage at 30 Gy and 50 Gy was Meta Biomed® with a 43.17% (40') and 80.17% (35'). The gutta-percha Hygenic® 40' at 50 Gy showed the highest porosity percentage with a 47.78%. **Conclusions:** the ionizing radiation affects the Surface and microstructure of Endodontic gutta-percha, the brand with the highest porosity percentage was Meta Biomed® and the least affected was Dentsply®.

Keywords: Root canal treatment; Gutta-percha; Head and neck cancer, Gray.

Dirección General de Endodonto

DEDICATORIAS

A mi familia que mediante el amor que me tienen me han dado la fortaleza para superar cualquier obstáculo y haber llegado hasta este momento de mi vida.

A todas las personas diagnosticadas con cáncer que se encuentran en tratamiento y a los que su cuerpo no pudo dar más, pero seguirán en nuestros corazones.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio de Fluidos Corticales del Centro de Geociencias de la UNAM por los análisis de microscopia electrónica de barrido y EDS.

Al Centro Oncológico de Querétaro por los experimentos de radiación de las gutaperchas.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

ÍNDICE

Contenido	Página
Resumen	I
Summary	II
Dedicatorias	III
Agradecimientos	IV
Índice	V
I. Introducción	1
II. Antecedentes	3
III. Fundamentación teórica	11
IV. Hipótesis	12
V. Objetivos	13
V.1 General	13
V.2 Específicos	13
VI. Material y métodos	14
VI.1 Tipo de investigación	14
VI.2 Unidad de análisis	14
VI.3 Muestra	14
VI.3.1 Criterios de selección	15
VI.3.2 Variables estudiadas	15
VI.4 Procedimientos	18
VI.4.1 Análisis estadístico	
VII. Resultados	21
VIII. Discusión	37
IX. Conclusiones	38
X. Bibliografía	39

INTRODUCCIÓN

Dentro de los objetivos biológicos de la endodoncia tenemos el hacer una preparación químico-mecánica para poder eliminar los microorganismos del sistema de conductos radiculares, el remover el tejido pulpar que pueda estar abasteciendo al crecimiento microbiano, y el evadir el debris más allá del foramen apical que pueda estar generando la inflamación (Young y Parashos, 2007). Después de la instrumentación y limpieza del sistema de conductos radiculares nos encontramos con la obturación, en la cual el material debe de cumplir con varios requisitos para garantizar su éxito, tales como que sea fácil de manipular, dimensionalmente estable, impermeable a la humedad y no poroso, entre otras (Cohen y Hargreaves, 2011).

La gutapercha es una molécula polimérica natural, obtenida de la coagulación del látex producido por árboles del género *Palaquium* (Kemp y Peters, 1941). La composición inorgánica de la gutapercha endodóntica varía de acuerdo al fabricante y, es evidente que, al diferir los conos en su composición, también pueden diferir en sus propiedades físicas y en su efecto biológico. Sabiendo esto, debemos entender la importancia de la gutapercha dentro del tratamiento de conductos como parte de la práctica endodóntica diaria, recordando que realizamos esta clase de tratamientos a pacientes con enfermedades crónicas como pueden ser enfermedades cardiovasculares, respiratorias, diabetes mellitus y/o cáncer.

En la región de cabeza y cuello (CyC) pueden aparecer diversas neoplasias que, en etapas iniciales requerirán una sola modalidad terapéutica (cirugía o radiación), o de forma combinada (generalmente cirugía seguida por radiación) en etapas avanzadas. La radioterapia usa dosis de radiación ionizante para causar apoptosis a células cancerosas reduciendo el tamaño de los tumores (NCI, 2019). La radiación actúa sobre el ADN que se encuentra dentro de las células produciendo pequeñas roturas. Éstas roturas evitan que las células cancerosas crezcan y se dividan, y les causan la muerte (NCI, 2019). La radiación convencional

fraccionada es el régimen radioterapéutico más usado porque permite la exposición de los tejidos sanos a una dosis limitada de radiación, minimizando los efectos secundarios. Sin embargo, es sabido que las estructuras normales que rodean a la zona son raramente preservadas durante esta terapia.

En el presente estudio se muestran los cambios superficiales y microestructurales de tres marcas de gutapercha de uso endodóntico al ser sometidas a diferentes dosis de radiación ionizante.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

II. ANTECEDENTES

Dentro de la práctica odontológica encontramos el ámbito de la endodoncia, el cual se encarga de: el diagnóstico diferencial y el tratamiento del dolor bucofacial de origen pulpar y periapical, de los tratamientos indicados para preservar la vitalidad pulpar, de los tratamientos de conductos radiculares cuando no es posible conservar su vitalidad o cuando ya hay presencia de necrosis, de los tratamientos quirúrgicos para eliminar los tejidos periapicales inflamatorios consecuencia de patología pulpar, así como la resección apical, la hemisección y la radicectomía, del tratamiento de la afectación de la pulpa consecutiva a traumatismos, así como el reimplante de dientes avulsionados, del blanqueamiento de dientes con alteraciones del color, del retratamiento de dientes que presentan fracaso de un tratamiento endodóntico previo, y de la restauración de la corona dental mediante procedimientos que implican pernos y muñones situados en la zona antes ocupada por la pulpa (Canalda y Brau, 2014).

Para conseguir eliminar el contenido del conducto y erradicar la infección se han usado varios métodos, desde una técnica sin instrumentación para hacer un tratamiento mínimamente invasivo tratando de conseguir la desinfección, hasta un tratamiento extremo que es la extracción dental. La terapia endodóntica clínica se sitúa en algún lugar entre esos dos extremos. La posición dentro de la gama de tratamientos posibles se refleja en algunas de las controversias que rodean al procedimiento de limpieza y conformación, como cuán extensa debe ser la preparación apical y cuáles son el diámetro, la longitud y la conicidad aconsejados (Jou et al., 2004).

Dentro de los objetivos biológicos de la endodoncia tenemos el hacer una preparación químico-mecánica para poder eliminar los microorganismos del sistema de conductos radiculares, el remover el tejido pulpar que pueda estar abasteciendo al crecimiento microbiano, y el evadir el debris más allá del foramen apical que pueda estar generando la inflamación. La instrumentación mecánica es

una de las contribuciones importantes para reducir la carga bacteriana en el conducto radicular infectado (Young y Parashos, 2007). El uso de soluciones irrigadoras con fuerte actividad antimicrobiana es un adyuvante esencial a la preparación mecánica para reducir la carga bacteriana (Byström y Sundqvist, 1985).

Hablando de los objetivos técnicos de la preparación del conducto, éstos están dirigidos a la conformación del conducto para alcanzar los objetivos biológicos, y a facilitar la colocación de un material de obturación de alta calidad (Young y Parashos, 2007).

Schilder reconoció que la conformación del conducto debe ser realizada respetando la anatomía de cada raíz en relación a la técnica de obturación. Él destacó varios objetivos mecánicos para una instrumentación óptima: una conicidad continua del acceso de la cavidad al foramen apical, la preparación del conducto radicular debe mantener el camino del conducto original, el foramen apical debe permanecer en su posición original y la abertura apical debe permanecer tan pequeña como práctica (Schilder, 1974).

Los dientes mal preparados suelen estar mal obturados. Dentro de los primeros estudios radiológicos, Ingle et al. indicaron que los fracasos se debían a una obturación incompleta de un 58% (Ingle et al., 1994); estos fracasos pueden haberse producido por errores de procedimiento. como pérdida de longitud, transporte del conducto, perforaciones, pérdida del sellado coronal y fractura radicular vertical, que afectan negativamente el sellado apical (Wu et al., 2000). Desde el estudio clásico de Ingle y colaboradores, el interés se ha centrado en el desarrollo de materiales y técnicas para obturar el espacio radicular.

Antes del año 1800, el único material empleado para rellenar el conducto radicular, cuando se hacía esa intervención, era el oro. Las obturaciones posteriores con diversos metales, oxiclورو de cinc, parafina y amalgama, proporcionaron grados variables de éxito y satisfacción (Koch y Thorpe, 1909). En

1847, Hill desarrolló el primer material de obturación del conducto radicular a base de gutapercha, conocido como "tapón de Hill" (Koch y Thorpe, 1909). Este tapón contenía gutapercha blanqueada, carbonato cálcico y cuarzo; fue patentado en 1848 y desde entonces usado en la práctica odontológica. En 1867, Bowman reivindicó ante la St. Louis Dental Society el primer uso de la gutapercha para obturación de los conductos en un primer molar extraído (Anthony y Grossman, 1945). A partir de esto, se consensuaron criterios radiográficos para evaluar la obturación incluyendo parámetros como: longitud, conicidad, densidad, eliminación de la gutapercha y sellador hasta la unión amelocementaria en los dientes anteriores y hasta el orificio de los conductos en los dientes posteriores, y la colocación de una restauración provisional adecuada (Grossman et al., 1988).

El padre de la endodoncia, Louis I. Grossman, en 1940, describió entonces las propiedades que debía tener el material de obturación ideal: fácil manipulación con tiempo de trabajo amplio, dimensionalmente estable, sin tendencia a contraerse después de ser insertado, que selle el conducto en sentido lateral y apical adaptándose a su compleja anatomía interna, no causar irritación de los tejidos periapicales, impermeable a la humedad y no poroso, no verse afectado por los fluidos tisulares, no sufrir corrosión ni oxidación, que inhiba el crecimiento bacteriano, que sea radiopaco y fácil de observar en las radiografías, no debe teñir la estructura dental, debe ser estéril y fácil de extraer del interior del conducto, si es necesario (Cohen y Hargreaves, 2011).

Aunque se han usado diversos núcleos centrales en conjunción con un cemento sellador, el método más común de obturación es el que utiliza la gutapercha como material de núcleo (Cohen y Hargreaves, 2011). Este material ha sido usado por más de 100 años (Weine, 1972).

Mucho antes de que la gutapercha fuera introducida en el mundo occidental, era usada en su forma cruda por los nativos del archipiélago malayo para hacer mangos de cuchillos, bastones y con otros propósitos (Prakash et al., 2005). La

primera persona en descubrir este material fue John Tradescant, quien lo trajo después de sus viajes al lejano este en 1656, él nombró a este material “mazer wood”. Pero el primero en apreciar su potencial fue el Dr. William Montgomerie, quien fue un médico oficial en servicio en las Indias (Wickes, 1905).

La gutapercha es una molécula polimérica natural orgánica con pesos moleculares que varían de 10^4 a 10^6 g/mol (Kemp y Peters, 1941). Es un polímero 1-4 trans poliisopreno, obtenido de la coagulación del látex producido por árboles de la familia Sapotaceae y derivado principalmente del Palaquium (Kemp y Peters, 1941).

La estructura de la gutapercha ha sido ampliamente discutida en la literatura. Dean estableció en 1932 su composición química (Marciano et al., 1993). Bunn describió las propiedades térmicas y estereoquímicas de la gutapercha α concluyendo que un enfriamiento lento de la gutapercha nos da como resultado dobles cadenas, mientras un enfriamiento rápido la convierte en gutapercha β (Kemp y Peters, 1941). La polimerización del isopreno puede resultar en cuatro diferentes estructuras estereoquímicas del polímero, dependiendo del número de dobles enlaces envueltos en el mecanismo de polimerización (Dean, 1932).

Mientras que la goma natural es esencialmente amorfa, las puntas de gutapercha usadas en endodoncia son aproximadamente 60% cristalinas. Esta característica resulta en su comportamiento mecánico similar a un polímero parcialmente cristalino como el polietileno (Bunn, 1942).

La gutapercha es rígida a temperatura ambiente, se hace flexible entre 25 y 30 °C, se ablanda a 60 °C y se derrite a 100 °C con una descomposición parcial (Friedman et al., 1975). Es un hidrocarburo y es soluble en cloroformo, eucalyptone, disulfuro de carbono, benceno y xilema. Cuando se expone al aire y a la luz, la gutapercha se somete a una oxidación degradante haciéndose frágil (Budavari et al., 1996).

La fase cristalina aparece en dos formas, la fase α y la fase β , que pueden ser interconvertibles (Prakash et al., 2005). La forma difiere solamente en la distancia de repetición molecular y la configuración del enlace de carbón simple (Schilder, 1967).

La fragilidad, rigidez, fuerza de tensión y radiopacidad dependen primordialmente de las proporciones de gutapercha orgánica (con cera y resinas) y de los componentes inorgánicos. A las puntas de gutapercha se les adiciona comúnmente óxido de zinc como responsable de la actividad antimicrobiana (Moorer y Genet, 1982). La composición inorgánica de las puntas de gutapercha es de aproximadamente 36.6% de óxido de zinc y 31.2% de sulfato de bario (Marciano y Michalesco, 1989). Los porcentajes particulares de los componentes varían de acuerdo al fabricante. Es evidente que, al diferir la composición de los conos, también pueden diferir sus propiedades físicas y su efecto biológico (Tagger y Gold, 1988).

Sabiendo esto, debemos entender la importancia de la gutapercha dentro del tratamiento de conductos como parte de la práctica endodóntica diaria, recordando que realizamos esta clase de tratamientos a pacientes con enfermedades crónicas como pueden ser enfermedades cardiovasculares, respiratorias, diabetes mellitus y/o cáncer.

Cáncer es el nombre común que recibe un conjunto de enfermedades relacionadas que pueden afectar cualquier parte del organismo. En estas enfermedades se observa un proceso descontrolado en la división de las células del cuerpo, que se propagan más allá de lo normal, pudiendo afectar zonas adyacentes del cuerpo o causar metástasis, es decir, propagarse a otros órganos del cuerpo, siendo la principal causa de muerte por cáncer. El cáncer en el 2015 provocó más de 8 millones de muertes, por lo que fue la segunda causa

de muerte en el mundo; una de cada seis muertes a nivel mundial son producto de esta enfermedad (OMS, 2018).

El cáncer de cabeza y cuello (CyC) comprende una región importante del cuerpo donde diversas neoplasias pueden aparecer como el cáncer de laringe e hipofaringe, cáncer oral, cáncer de tiroides, etc, que, al desarrollarse en partes anatómicas complejas, puede tener comportamientos diferentes por ellas mismas o por su tratamiento (Díaz-Aguirre et al., 2012).

México se encuentra entre los primeros cinco lugares de América Latina de mayor incidencia de cáncer de CyC, con un riesgo relativo de 7.5/100,000 habitantes (Gallegos-Hernández, 2015). En los últimos años ha habido un aumento considerable en su prevalencia, sobretodo en el sexo femenino, en mujeres menores de 40 años sin malos hábitos, posiblemente por alguna alteración genética (Gross et al., 2014) o por infecciones causadas por el virus del Papiloma Humano (Gallegos-Hernández, 2015). El cáncer de cabeza y cuello se puede tratar de dos modos terapéuticos, con cirugía o radiación, cuando el cáncer está en etapa inicial, o con ambas terapias en etapas avanzadas (Gross et al., 2014).

El cáncer oral en México ha ido en aumento los últimos años, representando entre el 1% y 5% del total de tumores cancerígenos. Esta alza es resultado de factores como el aumento en el consumo de alcohol y tabaco, la dieta, factores genéticos, exponerse a numerosos agentes físicos, químicos o biológicos como el virus del papiloma humano (VPH) (Rivera Carrillo et al., 2011).

En México, el VPH es un factor de riesgo para presentar neoplasias como el carcinoma oral de células escamosas, siendo la prevalencia con respecto al sexo masculino y femenino de 43% y 17.5% respectivamente. El serotipo asociado con mayor frecuencia fue el 16.7% (Ramírez-Amador et al., 1995). La lengua móvil es el sitio más frecuente de neoplasias como el carcinoma oral de células escamosas (75%), seguido de la base de la lengua (6%) (SSA, 1999).

La radioterapia es un tratamiento del cáncer que usa altas dosis de radiación para destruir células cancerosas y reducir tumores (NCI, 2019). Esta ejerce su efecto sobre el material genético que se sitúa dentro del núcleo de nuestras células ocasionando pequeñas roturas que evitan que las células malignas se sigan proliferando, causando apoptosis (NCI, 2019).

Así como el uso de la radioterapia se desarrolló de manera empírica, también la dosis empleada. En 1960 y 1970, Fletcher evolucionó el concepto del tratamiento de la enfermedad subclínica mediante irradiación electiva de áreas linfáticas no abordadas que podrían albergar potencialmente metástasis indetectables. En este contexto, se demostró que 50 Gy en 25 fracciones por 5 semanas fue suficiente para controlar la enfermedad subclínica en más del 90% de los pacientes. Sin embargo, fue reconocido que dosis más altas eran necesarias para alcanzar las mismas tasas de control en el marco posoperatorio y, la dosis recomendada en la segunda edición del libro de Fletcher de Radioterapia, publicado en 1973, fue de 60 Gy en 30 fracciones (Peters et al., 1993).

Parte del éxito del tratamiento depende de la terapia con radiación ionizante, la cual precisa de contar con equipos especializados de alta tecnología y un equipo multidisciplinario que va desde oncólogos, físicos médicos, técnicos en radioterapia, maxilofaciales, etc. También es necesario confeccionar accesorios, elementos que forman parte del plan de tratamiento con radiación, como lo es el bolus. El bolus está hecho de materiales donde la parte orgánica es equivalente a la densidad del agua, como la cera, parafina y las siliconas. Este aditamento se coloca en la zona a tratar del paciente y sirve para que las dosis de radiación ionizante actúen de manera uniforme en la piel, reduciéndola en profundidad, regularizando la topografía anatómica (Díaz-Aguirre et al., 2012).

La radioterapia de haz externo (EBT, External Beam Therapy) es un método para administrar haces de rayos X o electrones de alta energía a los tumores de los

pacientes. Entre los tejidos que pueden ser dañados de manera colateral como resultado de la radioterapia se encuentran los dientes. Estos efectos secundarios están relacionados con dosis acumulativas que varían de los 50 a 70 Gy repartidos en un periodo de 5 a 7 semanas (Lopes et al, 2018.). Este tipo de radioterapia puede usarse también como tratamiento paliativo en pacientes con cáncer en etapas avanzadas o terminales (RSNA, 2019).

Este tipo de tratamiento tiene efectos secundarios en los pacientes tales como la caries por radiación, que es una enfermedad multifactorial compleja y destructiva y una de las principales complicaciones en pacientes sometidos a la radioterapia de cáncer de cabeza y cuello (Kielbassa et al., 1997). Además, la radiación puede causar otros efectos indirectos importantes, como una disminución del flujo de saliva y su secreción, así como cambios en su composición (de Siqueira et al., 2014).

Otros efectos secundarios de la radioterapia en la cavidad bucal son la mucositis, enfermedad periodontal y cambios en la saliva, tanto en su composición como en la cantidad de flujo y la osteorradionecrosis (Sroussi et al., 2017).

El efecto que este tratamiento puede tener sobre los materiales de obturación, como la gutapercha no ha sido investigado hasta la fecha.

III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La incidencia de cáncer de cabeza y cuello ha ido en aumento en los últimos años, tanto en el número de incidencia como en el intervalo de edad en la que incide. La radioterapia es un tratamiento común y eficiente para esta patología, pero tiene como efecto secundario el daño a los tejidos adyacentes a la zona; hasta el momento, no se sabe si la radiación ionizante produce algún efecto sobre los materiales usados para la obturación de los conductos radiculares en pacientes con endodoncias previas.

Con este estudio, se pretende obtener información sobre el efecto que un tratamiento por radioterapia puede tener en la gutapercha usada en pacientes con endodoncias, lo que permitirá planificar de mejor manera un tratamiento integral. Este conocimiento puede ayudar a la realización de un protocolo de atención específico para estos pacientes, buscando siempre el mejorar su calidad de vida.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

IV. HIPÓTESIS

Hipótesis de trabajo

La radiación ionizante afecta la superficie y microestructura de las gutaperchas de uso endodóntico.

Hipótesis nula

La radiación ionizante no afecta la superficie y microestructura de las gutaperchas de uso endodóntico.

Dirección General de Bibliotecas UJAQ

V. OBJETIVOS

V.1 General

Determinar si la radiación ionizante afecta a la superficie y microestructura de la gutapercha de las marcas Dentsply, Meta Biomed e Hygenic.

V.2 Específicos

Evaluar la superficie y microestructura de las tres marcas de gutapercha previamente a la exposición de la radiación ionizante mediante microscopía óptica y electrónica de barrido.

Evaluar la superficie y microestructura de las tres marcas de gutapercha posteriormente a su exposición a radiación ionizante a las dosis de 30 Gy, 40 Gy y 50 Gy mediante microscopía electrónica y de barrido.

Comparar los resultados antes y después de la exposición a la radiación ionizante.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

VI.1 Tipo de investigación

Experimental *in vitro*.

VI.2 Muestra

24 puntas divididas en cuatro grupos de seis puntas siendo dos puntas de Dentsply, dos de Meta Biomed y dos de Hygenic en cada subgrupo.

Los cuatro subgrupos serán sometidos a radiación:

Subgrupo 1: seis puntas a 30 Gy

Subgrupo 2: seis puntas a 40 Gy

Subgrupo 3: seis puntas a 50 Gy

Subgrupo 4: control

VI.3.1 Criterios de inclusión

Puntas de gutapercha del mismo lote de las marcas Dentsply, Meta Biomed e Hygenic.

Puntas de gutapercha que no tengan irregularidades determinadas en el microscopio óptico.

VI.3.2 Criterios de exclusión

Puntas de gutapercha de diferentes lotes.

Puntas que, al ser observadas en el microscopio óptico, presenten irregularidades.

VI.3.3 Criterios de eliminación

Puntas de gutapercha que durante el procedimiento hayan sufrido alguna rotura o aplastamiento.

VI.3.3 Variables estudiadas

Variables dependientes

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Superficie	Palabra de origen latino que puede indicar el límite y extensión de los cuerpos	Observando y describiendo las irregularidades. Medirlas cuando sea posible	Cualitativa	Continua	micra
Microestructura	Conjunto de fases que forman al material	Observando y describiendo las irregularidades. Medirlas cuando sea posible	Cualitativa	Continua	micra

Variables independientes

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Radiación ionizante	Tipo de energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas (rayos gamma o rayos X) o	Dos sesiones por día hasta alcanzar la dosis establecida teniendo 3 dosis totales:	Cuantitativa	Continua	Gray (Gy)

	partículas (partículas alfa y beta o neutrones).	30 Gy, 40 Gy y 50 Gy			
Gutapercha Dentsply	<p>Polímero 1-4 trans poliisopreno, obtenido de la coagulación del látex producido por árboles de la familia Sapotaceae y derivado principalmente del Palaquium gutta</p> <p>Composición: Gutapercha sintética Óxido de zinc Pigmento Ácido esteárico Tiofenol Sulfato de bario Parafina Estearato de zinc PEG 400</p>	Puntas calibre 35 y 40	Cuantitativa	Continua	Miligramos
Gutapercha meta biomed	<p>Polímero 1-4 trans poliisopreno, obtenido de la coagulación del látex producido por arboles de la familia Sapotaceae y derivado principalmente del Palaquium gutta</p> <p>Composición (Porcentaje en peso): Gutapercha 15-25% Óxido de zinc 55-65%</p>	Puntas calibre 35 y 40	Cuantitativa	Continua	Miligramos

	Sulfato de bario 10-15% Carbonato de calcio <5%				
Gutapercha Hygenic	<p>Polímero 1-4 trans poliisopreno, obtenido de la coagulación del látex producido por arboles de la familia Sapotaceae y derivado principalmente del Palaquium gutta</p> <p>Composición: Gutapercha Óxido de zinc Sulfato de bario Agente colorante</p>	Puntas calibre 35 y 40	Cuantitativa	Continua	Miligramos

Dirección General de Bibliotecas UAQ

VI.4 Procedimiento

La fase experimental del estudio se dividió en tres fases:

FASE I: primer pesaje y clasificación de las muestras en grupos.

FASE II: protocolo de radiación.

FASE III: segundo pesaje y análisis de las muestras mediante MEB.

FASE IV: Análisis de las imágenes mediante el Software ImageJ.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

FASE I

Se seleccionaron 4 puntas de gutapercha calibre ISO 35' y 4 puntas de gutapercha calibre ISO 40 de las marcas Meta Biomed, Dentsply e Hygenic, siguiendo los criterios de inclusión y exclusión usando un microscopio estereoscópico óptico (Stemi 305 de Zeiss).

Se determinó el peso en gramos de cada punta seleccionada usando una balanza analítica (Accuris).

Se colocaron 6 puntas de gutapercha (2 de cada marca) en una gasa, humedecida con 3 ml de agua estéril, de 7.5 cm x 5 cm y se empaquetaron en bolsas autosellantes de 6 cm x 13 cm.

La manipulación de las puntas se hizo, en todo momento, con una pinza de curación estéril para evitar contaminarlas.

FASE II

En el Centro Oncológico de Querétaro S.A. de C.V. Se colocaron los paquetes sobre una placa de plástico en un acelerador lineal de alta energía de uso médico (Varian) en la zona de exposición a radiar (Figura 1). La radiación se generó con una energía de 6 MV, las muestras se colocaron a una distancia de la fuente de 100 cm, sobre los paquetes se colocó un bolus (simulando tejido blando) y encima otra placa de plástico (Figura 2). Ya acomodadas, se sometieron a radiación ionizante dos sesiones de 2 Gy por día hasta alcanzar la dosis establecida:

Paquete #1: 30 Gy

Paquete #2: 40 Gy

Paquete #3: 50 Gy

Paquete #4: Control

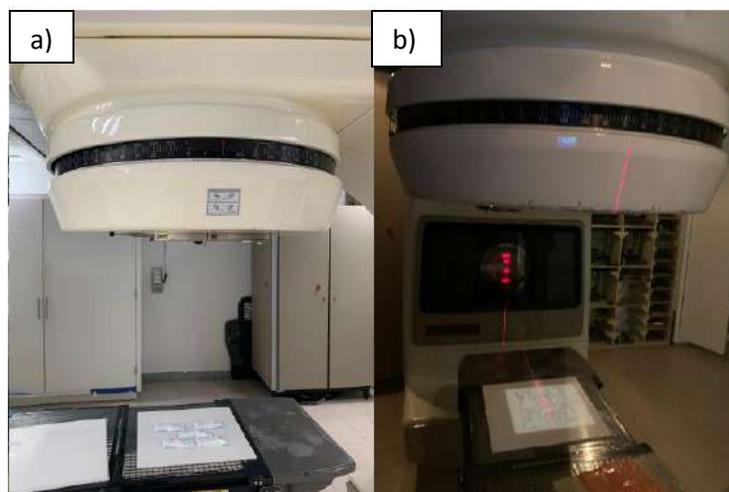


Figura 1. a) 5 paquetes sobre la placa de plástico del acelerador lineal b) trazado de los planos.



Figura 2. Se observa el bolus y la segunda capa de plástico sobre los paquetes listos para ser radiados.

FASE III

Terminadas las sesiones de radiación, cada punta se sujetó del extremo pigmentado con una pinza de curación estéril y se colocó en la balanza analítica para determinar su peso.

En el Centro de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, las puntas fueron observadas en un microscopio electrónico de

barrido TM-1000 de Hitachi, operado a 15 KV (Figura 3). Se tomaron imágenes a las ampliaciones de 100x, 250x, 500x, 2,000x (2k) y 10,000x (10k) con un detector de electrones retrodispersados en el tercio apical de las puntas. También se realizaron análisis elementales usando un dispositivo de espectroscopia de energía dispersiva (EDS) Oxford acoplado al microscopio, con un tiempo de conteo de 60 segundos. Los análisis se hicieron por duplicado en diferentes zonas de las muestras.



Figura. 3 Microscopio Electrónico de Barrido (MEB).

FASE IV

Con el uso del Software ImageJ, para la edición y análisis básico de imágenes digitales de mapa de bits, usando las imágenes obtenidas a 500x mediante el MEB el área total de la muestra y el área ocupada por las irregularidades del material y/o por los cambios producidos por la radiación. Para la obtención de las mediciones se calibró el programa en relación pixeles/micras.

VI.5 Resultados

-Elección de las puntas.

Las puntas seleccionadas, bajo el microscopio óptico, fueron aquellas que no presentaban irregularidades en la superficie y microestructura. En la Figura 4 se observa que todas las puntas son de color rosa, el tono varía con la marca, probablemente debido a los aditivos que se le añaden. La forma de las puntas Dentsply y Meta Biomed es similar, terminan de manera redondeada. Las puntas Hygenic tienen una terminación diferente, se observa un borde y luego un segmento más fino.



Figura 4. Porción apical de las 3 marcas de gutapercha: a) Dentsply, b) Hygenic, c) Meta Biomed.

-Peso de las puntas

Se compararon los pesos de los grupos antes y después del protocolo de radiación (Tablas 1, 2 y 3). No se registra diferencia alguna en el peso de las muestras, lo que indica que, sí existen cambios debido a la radiación no son detectables por este medio.

Tabla 1. Pesos de las puntas Meta Biomed, antes y después del protocolo de radiación.

Calibre	1er peso	2do peso	Dosis radiación
40	0.0286 g	0.0287 g	Control
40	0.0285 g	0.0286 g	30 Gy
40	0.0292 g	0.0293 g	40 Gy
40	0.0296 g	0.0296 g	50 Gy
35	0.0249 g	0.0250 g	Control
35	0.0255 g	0.0255 g	30 Gy
35	0.0256 g	0.0258 g	40 Gy
35	0.0259 g	0.0260 g	50 Gy

Gy: Gray.

Tabla 2. Pesos de las puntas Coltene Hygenic, antes y después del protocolo de radiación.

Calibre	1er peso	2do peso	Dosis radiación
40	0.0281 g	0.0281 g	Control
40	0.0279 g	0.0280 g	30 Gy
40	0.0279 g	0.0279 g	40 Gy
40	0.0289 g	0.0291 g	50 Gy
35	0.0218 g	0.0218 g	Control
35	0.0218 g	0.0219 g	30 Gy
35	0.0233 g	0.0233 g	40 Gy
35	0.0232 g	0.0234 g	50 Gy

Gy: Gray.

Tabla 3. Pesos de las puntas Meta Biomed, antes y después del protocolo de radiación.

Calibre	1er peso	2do peso	Dosis radiación
40	0.0300 g	0.0302 g	Control
40	0.0291 g	0.0290 g	30 Gy
40	0.0289 g	0.0290 g	40 Gy
40	0.0269 g	0.0270 g	50 Gy
35	0.0243 g	0.0243 g	Control
35	0.0233 g	0.0234 g	30 Gy
35	0.0242 g	0.0241 g	40 Gy
35	0.0232 g	0.0233 g	50 Gy

Gy: Gray.

-Análisis por MEB, EDS y digital de imagen

Se compararon las microfotografías de los grupos antes y después del protocolo de radiación (Figuras 5 a 10). Las gutaperchas control, es decir, sin haber sido sometidas a radiación, presentan una superficie homogénea al ser observadas a bajas ampliaciones, con un contraste uniforme. A altas ampliaciones (10k x) se distinguen partículas con mayor contraste, de tamaño menor a una micra, en una matriz de menor contraste; entre estas dos fases existen poros menores a 2 micras. Sabiendo que el contraste está relacionado con el número atómico de los elementos presentes, a mayor contraste (mayor brillo) mayor número atómico, es posible identificar a las partículas más brillantes con los compuestos inorgánicos que se añaden a la gutapercha para modificar sus propiedades, como óxido de zinc y sulfato de bario (Marciano y Michailesco, 1989). En estas ampliaciones se puede observar la distribución de las partículas inorgánicas embebidas en la matriz orgánica o gutapercha de uso endodóntico.

Gutapercha Dentsply

La Figura 5 muestra microfotografías de las puntas de gutapercha Dentsply calibre 35 a diferentes ampliaciones. El análisis elemental de la gutapercha Dentsply determinó la composición inorgánica del material (en % en peso) conteniendo en su mayoría zinc y un pequeño porcentaje de aluminio y silicio (Tabla 4). Es importante aclarar que en el equipo de EDS utilizado no es posible detectar elementos ligeros como el carbono, oxígeno e hidrógeno, asociados a la parte orgánica, por lo que sólo se detecta la parte inorgánica.

Las microfotografías de las puntas de gutapercha Dentsply radiadas a 30 y 40 Gy (Figura 5) muestran que las puntas son muy similares al control, es decir, no se observan cambios producidos por la radiación. Las microfotografías de la punta de gutapercha radiada a 50 Gy muestran numerosas grietas y estrías oscuras sobre toda la superficie de la punta, lo que indica que la parte orgánica ha sido modificada. Se puede observar a las partículas inorgánicas siguiendo el contorno

del defecto producido por la radiación, es decir, justo en el defecto hay menos partículas inorgánicas, lo que hace que el contraste en esta zona sea menor. A esta dosis se puede observar cómo la matriz orgánica se empieza a degradar, por lo que la materia inorgánica ya no está tan compacta y eso provoca que haya una mayor porosidad. Visualmente, sin la ayuda del MEB, las puntas tienen una superficie homogénea. Por EDS se detectó la presencia de aluminio y zinc (Tabla 4); éste se adiciona en forma de óxido para dar propiedades antifúngicas al material. La relación entre estos elementos (Al:Zn) es homogénea en diferentes zonas de la punta antes de la radiación. Sin embargo, después de la radiación la relación Al:Zn se modifica, aumentando el porcentaje de Al, y varía de una zona a otra. Esto puede indicar que hay un reacomodo en la distribución de los elementos al modificarse la matriz, es decir, que las puntas podrían experimentar cambios desde los 30 Gy, aunque no sean perceptibles visualmente.

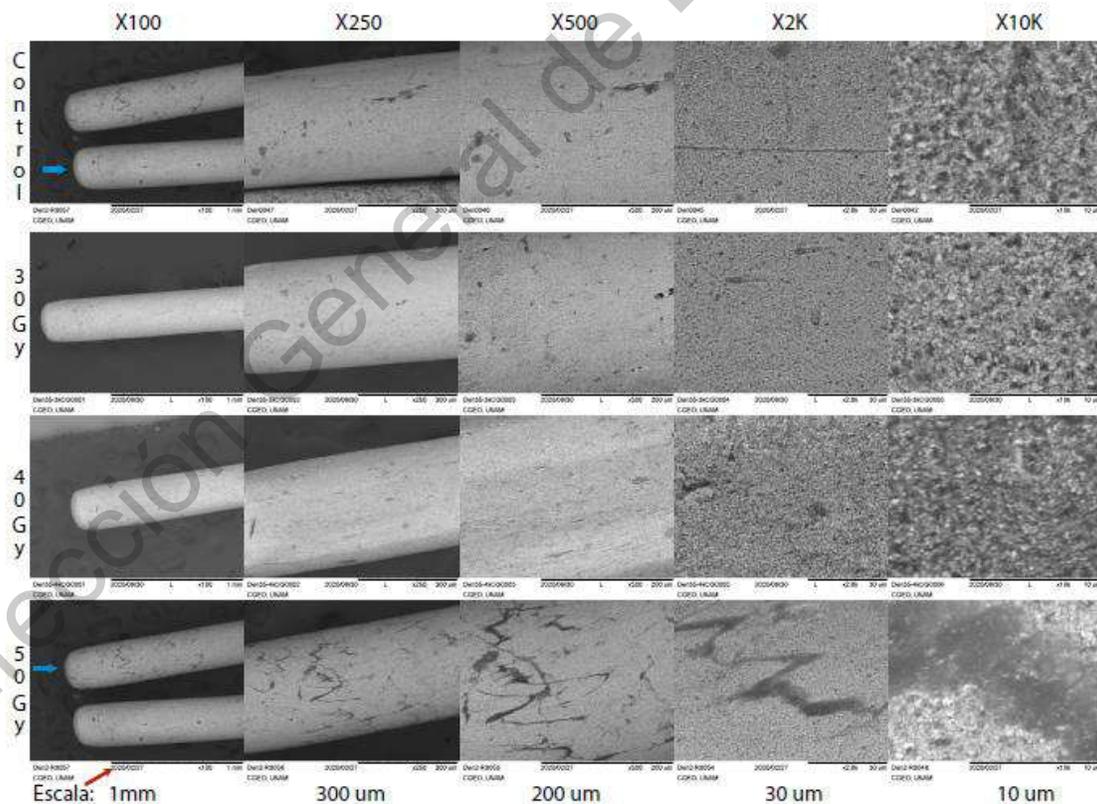


Figura 5. Microfotografías obtenidas por MEB de los grupos de gutapercha Dentsply ISO 35, de acuerdo a la dosis y a diferentes ampliificaciones. Flecha azul: indica la muestra analizada.

Tabla 4. Análisis elemental de las puntas de gutapercha Dentsply calibre 35, en porcentaje en peso.

Dosis	Zona	Contenido inorgánico	
		Al	Zn
Control	10k	6.5	93.5
Control	10k	7.8	92.2
30 Gy	2k	38.9	61.1
40 Gy	2k	45.6	54.4

Gy: Gray

En el análisis digital pudimos observar que la dosis que mas afecto a las puntas fue la de 50 Gy.

Tabla 5. Análisis digital de las imágenes de las puntas Dentsply 35.

Dosis	Área total	Área porosidades	% porosidad
Control	81204.319 μm^2	2554.286 μm^2	3.14%
30 Gy	80452.334 μm^2	1784.615 μm^2	2.21%
40 Gy	81374.033 μm^2	3017.952 μm^2	3.70%
50 Gy	80649.104 μm^2	9870.064 μm^2	12.23%

μm^2 : micras cuadradas

La Figura 6 muestra microfotografías de las puntas de gutapercha Dentsply calibre 40 en diferentes ampliaciones. En las microfotografías de la punta de gutapercha radiada a 30 Gy se observan porosidades circulares, alargadas y algunas con formas irregulares pero muy bien definidas por lo que parecen ser propias de esta punta, es decir, estas irregularidades que no son atribuibles a la radiación. A 40 Gy tampoco se observan importantes cambios en la punta. A 50 Gy la punta presenta defectos alargados similares a los observados en el calibre 35, se observa incluso una partícula del polímero (10k x) sobrepuesta sobre una grieta, lo que puede indicar que el material se está volatizando debido a la radiación, y luego se redeposita en la superficie. En la composición elemental de

este calibre (Tabla 6) se vuelve a observar el reacondicionamiento en la distribución de los elementos como resultado de la radiación recibida.

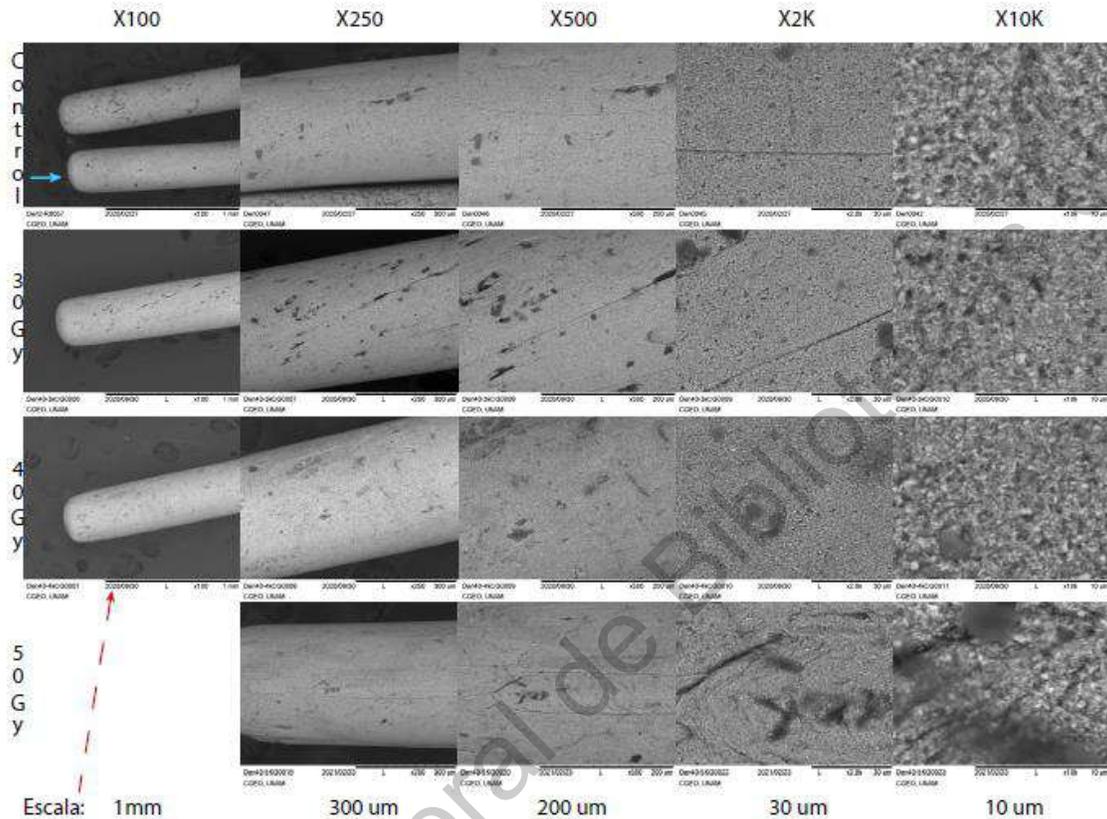


Figura 6. Microfotografías obtenidas por MEB de los grupos de gutapercha Dentsply ISO 40, de acuerdo a la dosis y a diferentes ampliaciones.

Tabla 6. Análisis elemental de las puntas de gutapercha Dentsply calibre 40, en porcentaje en peso.

Dosis	Amplificación	Contenido inorgánico	
		Al	Zn
Control	10k	6.5	93.5
Control	10k	7.8	92.2
30 Gy	2k	12.4	87.6
40 Gy	2k	23.5	76.5
50 Gy		16	84

Gy: Gray

La tabla 7 muestra el porcentaje de porosidad presente en cada muestra de las puntas Dentsply calibre 40, donde se puede observar que cuando la gutapercha se somete a radiación desde 30 Gy, aumenta el porcentaje de porosidad, lo que corrobora que la matriz orgánica está siendo degradada.

Tabla 7. Análisis digital de las imágenes de las puntas Dentsply 40.

Dosis	Área total	Área porosidades	% porosidad
Control	81204.319 μm^2	2554.286 μm^2	3.14%
30 Gy	81286.668 μm^2	4616.898 μm^2	5.67%
40 Gy	81244.265 μm^2	6580.956 μm^2	8.1%
50 Gy	80738.014 μm^2	3983.744 μm^2	4.93%

μm^2 : micras cuadradas

Gutapercha Hygenic

La figura 7 muestra microfotografías de las puntas de gutapercha Hygenic calibre 35 en diferentes ampliaciones. Las microfotografías de la punta de gutapercha del grupo control muestran una grieta en la parte superior del material y pequeñas irregularidades a lo largo del material. La microfotografía de la punta de gutapercha radiada a 50 Gy muestra una grieta en forma de media luna y pequeñas irregularidades. No se observan cambios en el material producidos por la radiación. El análisis elemental de la gutapercha Hygenic determinó la composición inorgánica del material conteniendo aluminio, azufre, titanio, zinc, bario y cerio. El azufre y bario confirman la presencia de barita o sulfato de bario (Tagger y Gold, 1988), usado para brindar contraste, a veces viene con impurezas de tierras raras como el cerio; el titanio puede adicionarse como óxido de titanio. El comportamiento es similar al presentado en las Dentsply, la relación de los elementos cambia después de la radiación, pero en este caso se mantiene constante en diferentes zonas, lo que habla de que los cambios se llevan a cabo de manera más homogénea en el material.

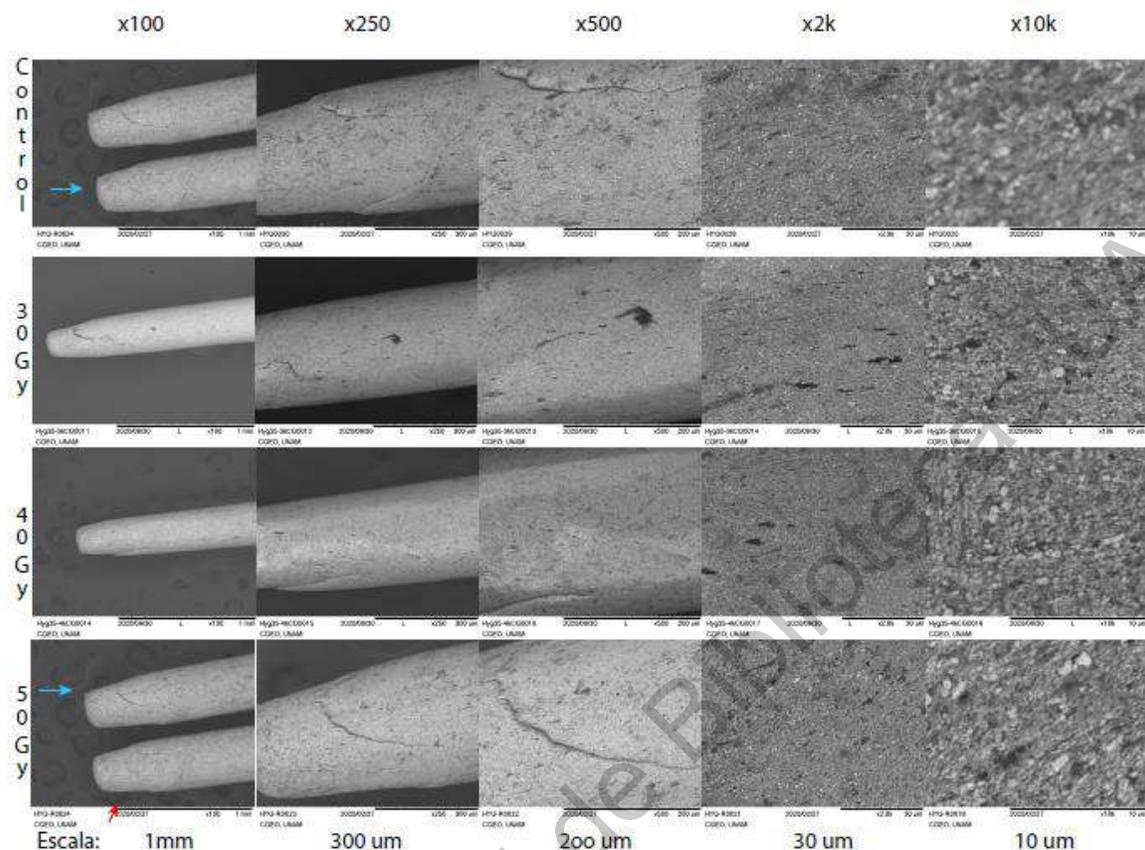


Figura 7. Microfotografías obtenidas por MEB de los grupos de la gutapercha Hygenic calibre ISO 35, de acuerdo a la dosis y a diferentes ampliaciones.

Tabla 8. Análisis elemental de las puntas de gutapercha Hygenic calibre 35, en porcentaje en peso.

Dosis	Amplificación	Contenido inorgánico					
		Al	S	Ti	Zn	Ba	Ce
Control	10k	33.2	3.6	7.6	49.5		6.1
Control	10k	20.8	11		18.9	49.3	
30 Gy	2k	9.1	4.1	3.4	67.8	15.6	
30 Gy	2k	8.7	4.6	4.4	67.6	14.7	
40 Gy	2k	11.2	5.8	13.5	69.6		

Gy: Gray

El análisis digital muestra un ligero aumento en la porosidad de la punta después de ser irradiada a 50 Gy, Tabla 9.

Tabla 9. Análisis digital de las puntas Hygenic 35

Dosis	Área total	Área porosidades	% porosidad
Control	81204.319 μm^2	2885.711 μm^2	3.55%
30 Gy	80452.334 μm^2	2108.577 μm^2	2.60%
40 Gy	81374.033 μm^2	1347.035 μm^2	1.66%
50 Gy	80649.104 μm^2	3118.057 μm^2	3.86%

μm^2 : micras cuadradas

La figura 8 muestra microfotografías de las puntas de gutapercha Hygenic calibre 40 en diferentes ampliaciones. Las microfotografías de la punta de gutapercha del grupo control muestran un pliegue delimitando el cambio de grosor de la porción apical de la punta que se observa en la Figura 1b). En las microfotografías de la punta de gutapercha radiada a 30 Gy y a 40 Gy no se observan cambios.

Las microfotografías de la punta de gutapercha radiada a 50 Gy muestran zonas oscuras; a una ampliación de 10k x se pueden observar cambios importantes en la superficie. Se observa que las partículas inorgánicas ya no están distribuidas homogéneamente en la zona, y que hay una capa superficial de material orgánico, como si se hubiera fundido y reacomodado debido a la radiación. En cuanto a la composición elemental podemos observar un aumento en el porcentaje de bario mientras que los demás componentes se mantienen después de la dosis recibida, Tabla 10.

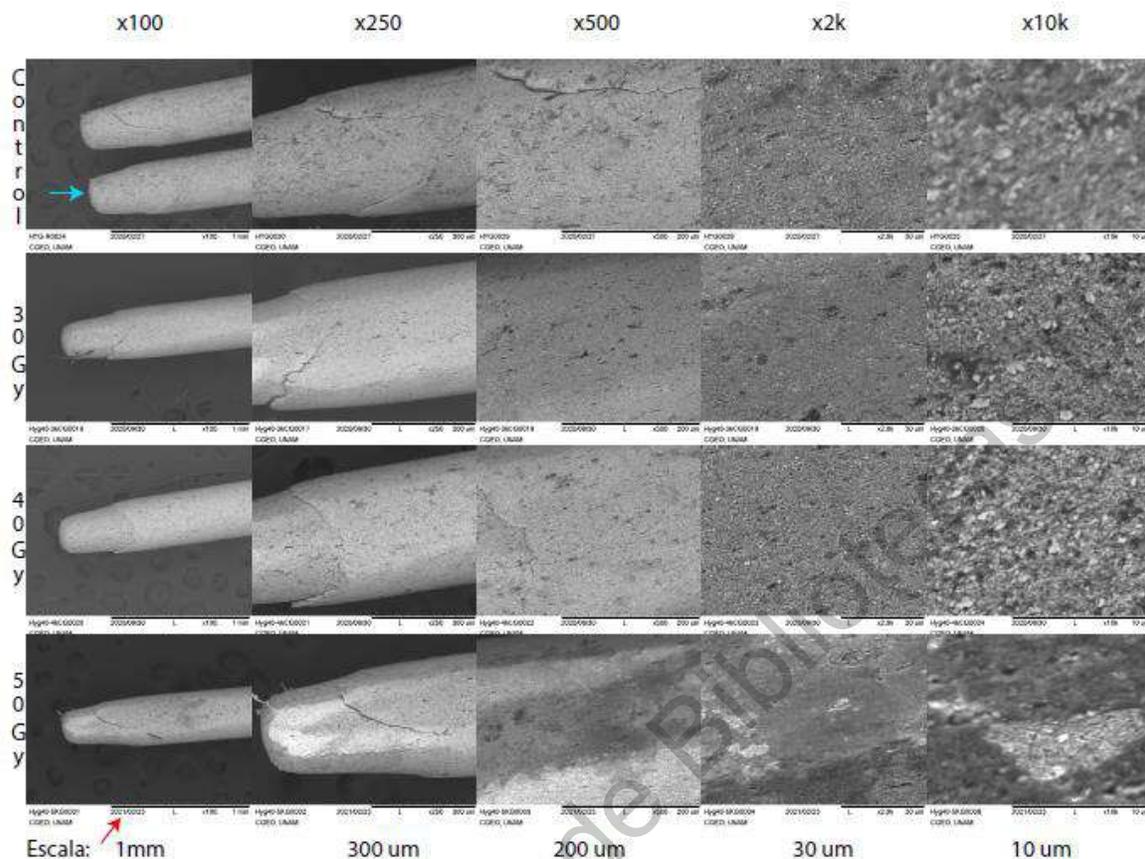


Figura 8. Microfotografías obtenidas del microscopio electrónico de barrido de los grupos de la gutapercha Hygenic ISO 40, de acuerdo a la dosis y en diferentes ampliaciones.

Tabla 10. Análisis elemental de las puntas de gutapercha Hygenic calibre 40, en porcentaje en peso.

Dosis	Amplificación	Contenido inorgánico						
		Al	S	Ti	Zn	Ba	Ce	Cl
Control	10k	33.2	3.6	7.6	49.5		6.1	
Control	10k	20.8	11		18.9	49.3		
30 Gy	2k	8.7	4.6	4.4	67.6	14.7		
40 Gy	2k	15.9	6.8	14.3	63			
50 Gy		12.5	2.7	4.1	64	22.7		4.2

Gy: Gray

Los análisis de imagen muestran un aumento muy importante en la porosidad de la punta (Tabla 11), lo que indica que parte del material orgánico se está perdiendo.

La tabla 9 y 11 muestra el porcentaje de porosidad presente en cada muestra de las puntas Hygenic donde se puede observar que el porcentaje de porosidad aumento de manera mínima al alcanzar la dosis de 50 Gy.

Tabla 11. Análisis digital de las puntas Hygenic 40.

Dosis	Área total	Área porosidades	% porosidad
Control	81075.83 μm^2	2885.711 μm^2	2.84%
30 Gy	81244.265 μm^2	2281.021 μm^2	2.80%
40 Gy	81244.265 μm^2	3296.569 μm^2	4.05%
50 Gy	80738.014 μm^2	38331.263 μm^2	47.78%

μm^2 : micras cuadradas

Gutapercha Meta biomed

La Figura 9 muestra microfotografías de las puntas de gutapercha Meta biomed calibre 35 en diferentes ampliaciones. Las microfotografías de la punta de gutapercha del grupo control muestran pequeñas porosidades distribuidas en toda la imagen que parecen ser propias de esta punta. Las microfotografías de la punta de gutapercha radiada a 30 Gy muestran múltiples grietas y algunas porosidades presentes en el material atribuibles a la radiación. Las microfotografías de la punta de gutapercha radiada a 40 Gy muestran cambios importantes producidos por la radiación, se observa una degradación considerable del contenido orgánico del material con múltiples porosidades y grietas. La microfotografía de la punta de gutapercha radiada a 50 Gy muestra severos cambios producidos por la radiación; se pueden observar grietas que se entrecruzan de manera horizontal y vertical, también se observa un cambio de contraste en la muestra siendo más oscura la porción apical, lo que indica menor presencia de partículas inorgánicas, es decir, un reacomodo en la distribución de los materiales, como se había sugerido en las gutaperchas Dentsply e Hygenic. En la ampliación de 10k x se muestra un defecto producido por la radiación donde el contenido orgánico del material se ha

evaporado por completo. El análisis elemental de la gutapercha Meta biomed determinó la composición inorgánica del material conteniendo aluminio, azufre, calcio, titanio, zinc y bario, Tabla 12. Se observa un aumento en el porcentaje de bario, en ciertas zonas atribuible al reacomodo de los compuestos.

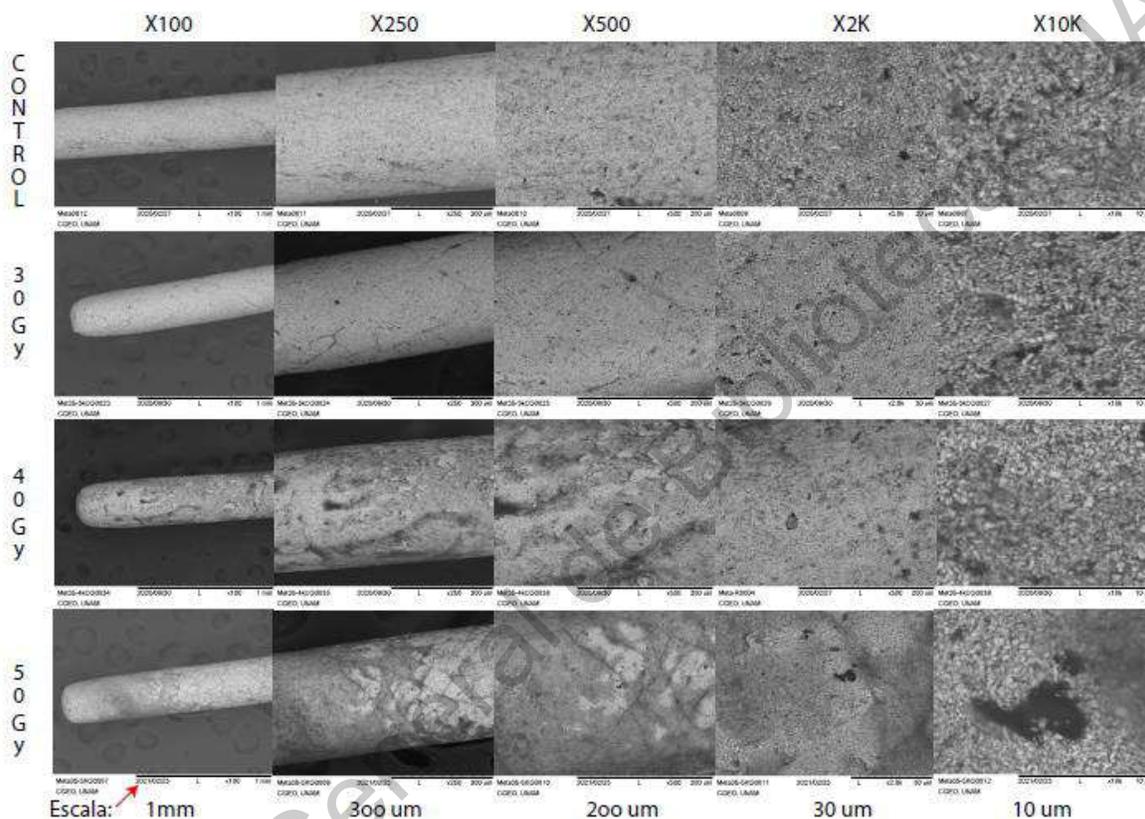


Figura 9. Microfotografías obtenidas en el microscopio electrónico de barrido de los grupos de gutapercha Meta Biomed ISO 35, de acuerdo a la dosis y a diferentes ampliaciones.

Tabla 12. Análisis elemental de las puntas de gutapercha Meta Biomed calibre 35, en porcentaje en peso.

Dosis	Amplificación	Contenido inorgánico						
		Al	S	Ca	Ti	Zn	Ba	Mo
Control	10k	3.8	4.6	1.6		73.3	16.7	
Control	10k	3.6	4.9			75	16.4	
30 Gy	2k	38.8	4.5			48.5	8.2	
40 Gy	2k	5.3	4.8	3.1		63.1	23.8	

Gy: Gray

La tabla 13 muestra el porcentaje de porosidad presente en cada muestra de las puntas Meta biomed. Se puede observar que desde los 40 Gy el porcentaje de porosidad aumentó 10 veces y alcanzó el 80%, confirmando la degradación del material orgánico.

Tabla 13. Análisis digital de las puntas Meta biomed 35

Dosis	Área total	Área porosidades	% porosidad
Control	80906.922 μm^2	3541.25 μm^2	4.37%
30 Gy	81202.709 μm^2	3377.364 μm^2	4.15%
40 Gy	81413.646 μm^2	33247.909 μm^2	40.83%
50 Gy	81244.265 μm^2	65138.522 μm^2	80.17%

μm^2 : micras cuadradas

La figura 10 muestra las microfotografías de las puntas de gutapercha Meta biomed calibre 40 en diferentes ampliaciones. La microfotografía con ampliación de 2k x de la punta de gutapercha del grupo control muestra la distribución del contenido orgánico e inorgánico del material con algunas porosidades. En las microfotografías de la punta de gutapercha radiada a 30 Gy ya se pueden observar cambios producidos por la radiación, consistiendo en pequeñas grietas. En la microfotografía con ampliación de 2k x de la punta de gutapercha radiada a 40 Gy se observan cómo la parte más superficial se degradó como resultado de la dosis de radiación recibida. También se observa un cambio en el contraste en algunas zonas de la muestra encontrándose los defectos en las zonas más oscuras de la punta. La gutapercha radiada a 50 Gy muestra cambios muy evidentes en el contraste y en la superficie, mostrando grietas que se entrecruzan como las observadas en la punta de calibre 35. El cambio en el contraste evidencia una redistribución de los componentes orgánicos e inorgánicos como efecto de la radiación, lo que corrobora que también sucede a menores dosis en las otras marcas, aunque no se note visualmente. En la microfotografía con ampliación de 2 y 10k x se observa un hueco profundo donde el contenido del material orgánico se ha erosionado por completo, lo que

corroborar que el material se está volatizando con la radiación aplicada. En cuanto a la composición elemental (Tabla 14), se observa un aumento en el porcentaje de bario visto anteriormente en las muestras de calibre 35 de la misma marca, por lo que podemos concluir que este aumento es constante sin importar el calibre.

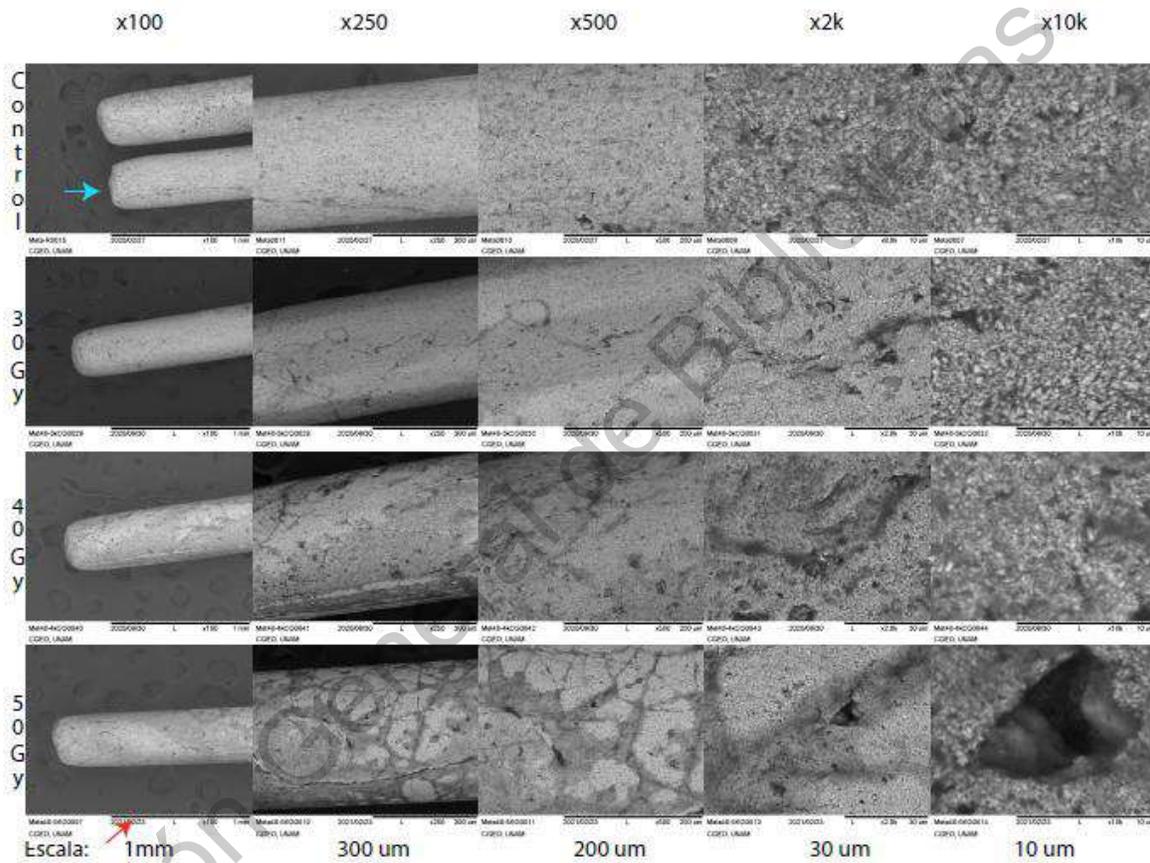


Figura 10. Microfotografías obtenidas por MEB de los grupos de gutapercha Meta Biomed ISO 40, de acuerdo a la dosis y a diferentes ampliaciones.

Tabla 14. Análisis elemental de las puntas de gutapercha Meta Biomed calibre 40, en porcentaje en peso.

Dosis	Amplificación	Contenido inorgánico						
		Al	S	Ca	Ti	Zn	Ba	Mo
Control	10k	3.8	4.6	1.6		73.3	16.7	
Control	10k	3.6	4.9			75	16.4	
30 Gy	2k	7.4		2.8		66.8	16.5	
40 Gy	2k	6	4.9	2.4		64.8	22	
50 Gy		4.8	5.2	4.1		64	22.7	

Gy: Gray

La Tabla 15 muestra que el porcentaje de la punta Meta Biomed calibre 40 aumentó 10 veces desde los 30 Gy de radiación, pero no llegó a ser del 80%, como en el caso de la punta calibre 35, es decir, la degradación no aumentó tanto con la dosis, lo que puede deberse al mayor calibre de la punta.

Tabla 15. Análisis digital de las puntas Meta biomed 40

Dosis	Área total	Área porosidades	% porosidad
Control	80906.922 μm^2	3541.25 μm^2	4.37%
30 Gy	81244.265 μm^2	35078.728 μm^2	43.17%
40 Gy	80048.901 μm^2	16465.749 μm^2	20.56%
50 Gy	81168.551 μm^2	33904.254 μm^2	41.77%

μm^2 : micras cuadradas

Tabla 16. Comparación del porcentaje de porosidad entre las muestras de gutapercha calibre 35 sometidas a diferentes dosis de radiación ionizante

	Dentsply	Hygenic	Meta Biomed
	Porcentaje		
Control	3.14	2.84	4.37
30 Gy	2.21	2.60	4.15
40 Gy	2.84	1.66	40.83
50 Gy	12.23	3.55	80.17

Tabla 17. Comparación del porcentaje de porosidad entre las muestras de gutapercha calibre 40 sometidas a diferentes dosis de radiación ionizante

	Dentsply	Hygenic	Meta Biomed
	Porcentaje		
Control	3.14	2.8	4.31
30 Gy	5.67	2.8	43.17
40 Gy	8.1	4.0	20.56
50 Gy	4.93	47.78	41.77

Tabla 18. Comparación del porcentaje de porosidad entre los calibres de marca Dentsply

Calibre	35	40
	% porosidad	
Control	3.14	3.14
30 Gy	2.21	5.67
40 Gy	2.84	8.1
50 Gy	12.23	4.93

Tabla 19. Comparación del porcentaje de porosidad entre los calibres de marca Hygenic

Calibre	35	40
	% porosidad	
Control	2.8	2.8
30 Gy	2.60	2.8
40 Gy	1.66	4.0
50 Gy	3.55	47.78

Tabla 20. Comparación del porcentaje de porosidad entre los calibres de marca Meta Biomed

Calibre	35	40
	% porosidad	
Control	4.37	4.31
30 Gy	4.15	43.17
40 Gy	40.83	20.56
50 Gy	80.17	41.77

La gutapercha Meta Biomed calibre 35 mostró mayor porcentaje de porosidad en comparación con las otras marcas a cualquier dosis.

La gutapercha Meta Biomed calibre 40 mostró mayor porcentaje de porosidad a los 30 y 40 Gy, mientras que, esta última, junto con la marca Hygenic del mismo calibre mostraron mayor porcentaje de porosidad a los 50 Gy. También se comparó la porosidad entre muestras de la misma marca (Tablas 18-20). La gutapercha Dentsply calibre 35 mostró mayor porcentaje de porosidad a los 50 Gy en comparación con el calibre 40 (Tabla 18) con respecto a las gutaperchas de la marca Hygenic, la calibre 40 el mayor porcentaje de porosidad después de recibir 50 Gy de radiación ionizante. La gutapercha calibre 35 Meta Biomed mostró mayor porcentaje de porosidad de acuerdo al análisis digital en comparación con la gutapercha calibre 40; es importante mencionar que esta marca fue la que mostró mayor porcentaje de porosidad en comparación con las demás.

Discusión

El objetivo del estudio fue el determinar si la dosis de radiación ionizante usada en los pacientes con cáncer de cabeza y cuello afecta a la superficie y microestructura de tres marcas de gutapercha de uso endodóntico. Estudios anteriores sobre el efecto de la radioterapia en los materiales de obturación y sustancias irrigantes han sido reportados. Bodrumlu et al. (2009) evaluaron la influencia de la radioterapia en cementos selladores y demostraron que hubo mayor filtración apical en el grupo que fue sometido radiación. Lopes et al. (2018) evaluaron la influencia de la radiación en la fuerza de adhesión del cemento sellador con la dentina y la interface dentina- cemento sellador después del uso de sustancias irrigantes y demostraron que existen mayores fallas cohesivas y más espacios en los especímenes irradiados, independientemente de la solución final. Tronstad (2000) en su estudio clásico llevado a cabo en 1,001 dientes con tratamientos endodónticos demostró que la calidad de obturación del conducto radicular es el factor más importante en el éxito del tratamiento endodóntico, por lo que un cambio morfológico en la microestructura del material de obturación, como los observados en este trabajo, en dientes endodonciados podría modificar la calidad de la obturación tridimensional a lo largo del sistema de conductos radiculares provocando su fracaso.

En el presente trabajo se ha demostrado que la radiación tiene un efecto sobre la gutapercha, produciendo que parte de ella se volatilice e induciendo un reacomodo en la distribución de sus componentes inorgánicos, esto, en definitiva, afecta a una de las propiedades que debe de tener la gutapercha como material de obturación ideal, que es el no ser poroso, lo que aumentaría la probabilidad de fracaso del tratamiento endodóntico del paciente.

La marca de gutapercha que mejor resiste la radiación es la Dentsply calibre 35, por lo que sería la más recomendada para su uso en este tipo de pacientes.

Conclusiones

En nuestro estudio pudimos observar los cambios producidos por la radiación en las puntas de gutapercha endodónticas y las particularidades vistas en cada marca. De manera general se observó cómo la matriz orgánica de la punta de gutapercha endodóntica se volatiliza dando como resultado un reacomodo de esa mezcla homogénea de la que se caracteriza el material y ocasionando que se volviera poroso.

Las 3 marcas de gutapercha sufrieron cambios debido a la radiación ionizante; la gutapercha Metabiomed fue la marca más afectada, aun así, de manera general las 3 marcas fueron afectadas por la radiación y los cambios tan variables en cuanto a la forma de los poros o estrías que se observaron podrían deberse a la propia composición de cada marca.

Actualmente, hay poca literatura acerca del efecto de la radioterapia en los materiales de obturación por lo que mayor investigación se debe de realizar para poderle ofrecer a los pacientes que cursan con esta enfermedad una atención adecuada y digna.

X. BIBLIOGRAFÍA

Anthony L.P., Grossman L.I. 1945. A Brief History of Root-Canal Therapy in the United States. *J Am Dent Assoc.* 32(1):43–50.

Bodrumlu E., Avsar A., Meydan A.D., Tuloglu M. 2009. Can radiotherapy affect the apical sealing ability of resin-based root canal sealers? *J Am Dent Assoc.* 140(3):326–30.

Budavari S., O'Neil M.J., Smith A., Heckelman P.E., Kinneary J. 1996 *The Merck index.* New Jersey: Merck 12 ed.

Bunn C.W. 1942 Molecular structure of rubber-like elasticity. Part I: The crystal structure of gutta-percha, rubber and polychloroprene. *Proc R Soc Lond.* 80:40.

Byström A., Sundqvist G. 1985. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod. J.* 18:35-40.

Canalda, C, Brau, E. 2014. Técnicas clínicas y bases científicas. Barcelona: Elsevier. 3ª ed. 1:1-3

Cohen S., Hargreaves K. 2011. *Vías de la pulpa Maryland:* Elsevier. 11a ed.

Cancergov. Instituto Nacional del Cáncer. [Online]. Available from: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/tratamiento/tipos/radioterapia> [Accessed 6 October 2019].

de Siqueira T., Palma-Dibb R.G., de Oliveira H.F. et al. 2014. The effect of radiation therapy on the mechanical and morphological properties of the enamel and dentin of deciduous teeth—an in vitro study. *Radiation Oncology* 9, 30.

Dean J.N. 1932. Treatment and polymorphism of gutta-percha and balata. *Trans Inst Rub Ind.* 8:25-37.

Díaz-Aguirre, C., Echevarria, Perez, E. 2012. Accesorios individualizados para

radioterapia. Rev Med Hosp Gen Méx., 75(2): 123-127.

Instituto Nacional del Cancer de Estados Unidos. "¿Qué es el cáncer?
<https://www.cancer.gov/espanol/cancer/naturaleza/que-es> (acceso marzo, 2019)

Friedman, C. M., James L. S., Heuer M. A., Rapp G. 1975. Composition and Mechanical Properties of Gutta-Percha Endodontic Points. Journal of Dental Research 54 (5): 921–25.

Gallegos-Hernández J.F. 2015. Cáncer de cabeza y cuello. Gac Mex Oncol. 14(1):1–2.

Gross A.M., Orosco R.K., Shen J.P., Egloff A.M., Carter H., Hofree M, 2014. Multi-tiered genomic analysis of head and neck cancer ties TP53 mutation to 3p loss. Nature genetics. 46:936-49.

Grossman L. 1988 Endodontics, Philadelphia, Lea & Febiger. 11 ed.

Ingle JI, Beveridge E, Glick D, Weichman J. 1994 The Washington Study. In Ingle I, Taintor JF, eds: Endodontics, Philadelphia, Lea & Febiger. 1-53.

Jou Y-T., Karabuchak B., Levin J., Liu D. 2004. Endodontic working width: current concepts and techniques, Dent Clin North Am 48:323.

Kemp AR, Peters H. 1941. Industrial Engineer Chem. 33:1391-8.

Koch C.R., Thorpe B.L. 1909. A history of dentistry, Fort Wayne, IN National Art Publishing Company. 2:75-8

Lopes F.C., Mazzi-chaves J.F., Pereira R.D., Oliveira H.F., Mussolino A., Dami M. 2018. How to improve root canal filling in teeth subjected to radiation therapy for cancer. 32:1–9.

Marciano J., Michalesco P.M. 1989. Dental gutta-percha: chemical composition, X-ray identification, enthalpic studies, and clinical implications. J Endod. 15(4):149-53.

Marciano J., Pierre M., Marc J.M. 1993. Stereochemical Structure Characterization of Dental Gutta-Percha. *Journal of Endodontics* 19 (1): 31–34.

Moorer W.R., Genet J.M. 1982. Antibacterial activity of gutta-percha cones attributed to the zinc oxide component. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 53(5):508-17.

Organizacion mundial de la salud (marzo 2019). *Datos y cifras.*
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer>

Prakash R., Gopikrishna V., Kandaswamy D. 2005. "Gutta-Percha – An Untold Story.". *Endodontology* 17 (2): 32–36.

Radiological society of North America (RSNA) and American college of radiology (ACR). *Radiologyinfo.org.* [Online]. Available from: <https://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=ebt> [Accessed 6 October 2019].

Ramírez-Amador V., Esquivel-Pedraza L., Ochoa-Carrillo F., Cuapio- Ortiz A. 1995. Cancer of Mobile Tongue in Mexico. A retrospective study of 170 patients. *Oral Oncol Eur J Cancer.* 31 (B): 37-40.

Rivera Carrillo J., Nacif E.S., Romero M.G. 2011. Oral cancer in México. *Literatura Review and a Clinical Case Presentation - Revista Mexicana.* 7: 104–8.

Schilder H. 1974. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 18:269-296.

Secretaría de Salud (SSA), 1999. *Compendio del Registro Histopatológico de Neoplasias Malignas en México (1993-1997).* México: SSA.

Sroussi HY, Epstein JB, Bensadoun RJ, Saunders DP, Lalla R V., Migliorati CA, 2017 Common oral complications of head and neck cancer radiation therapy: mucositis, infections, saliva change, fibrosis, sensory dysfunctions, dental caries, periodontal disease, and osteoradionecrosis. *Cancer Med.* 6(12):2918–31.

Tagger M., Gold A. 1988. Flow of various brands of Guttapercha cones under in vitro thermomechanical compaction. *J Endod.* 14(3):115-20.

Tronstad, L., Asbjørnsen, K., Døving, L., Pedersen, I., & Eriksen, H. M. (2000). Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Dental Traumatology*, 16(5): 218–221.

Weine, F.S. 1972. *Endodontic Therapy*, St. Louis: C. V. Mosby Co. 229.

Wickes H., Lloyd J.. *Gutta percha*. 1905. King's American Dispensatory.

Whoint. Whoint. [Online]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer> [Accessed 6 October 2019].

Wu M.K., Fan B., Wesselink P.R. 2000. Leakage along apical root fillings in curved root canals I. Effects of apical transportation on seal of root fillings, *J Endod* 26:210.

Young, G, Parashos, P. 2007. The principles of techniques for cleaning root canals. *Australian Dental Journal*, 52(1): 52-63.