

**REPÚBLICA DOMINICANA
UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



**RESISTENCIA A LA FRACTURA DE DIENTES TRATADOS
ENDODÓNTICAMENTE, OBTURADOS CON TRES TIPOS DE
CEMENTOS SELLADORES (BIOCERÁMICOS, RESINOSOS,
HIDRÓXIDO DE CALCIO). REVISIÓN LITERARIA.**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MAESTRÍA
EN ENDODONCIA**

Sustentantes:

Dra. Luisa María Vegazo Plácido.

Dra. Melissa Esther Morel Hernández.

Docente especializado:

Dra. Patricia Batlle

Docente titular:

Dra. Maria Teresa Thomas Knipping.

**Santo Domingo, Rep. Dom.
2023**

RESISTENCIA A LA FRACTURA DE DIENTES TRATADOS ENDODÓNTICAMENTE, OBTURADOS CON TRES TIPOS DE CEMENTOS SELLADORES (BIOCERÁMICOS, RESINOSOS, HIDRÓXIDO DE CALCIO). REVISION LITERARIA.

RESISTENCIA A LA FRACTURA DE DIENTES TRATADOS ENDODÓNTICAMENTE, OBTURADOS CON TRES TIPOS DE CEMENTOS SELLADORES (BIOCERÁMICOS, RESINOSOS, HIDRÓXIDO DE CALCIO). REVISIÓN LITERARIA.

DEDICATORIA

El presente trabajo de revisión literaria lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

También, a todas las personas que nos han apoyado y han hecho que este trabajo se realice con éxito, en especial a aquellos que confiaron, nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

A nuestro Dios

Por ser nuestra luz, nuestro camino. Por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra carrera y por brindarnos fortaleza en los momentos de debilidad.

A nuestros padres

Luisa Plácido, Ramón Vegazo, Antonio Morel, Ramona Hernández, por su amor incondicional, entrega, y apoyo en todo momento, no sólo de nuestra educación sino de nuestras vidas. Gracias por ser lo más importante en esta tierra.

A Nuestros Maestros

Por transmitirnos sus conocimientos de la mejor manera posible, por su tiempo y dedicación, por haber sido de gran apoyo desde inicio a fin, para que el proceso de aprendizaje tuviera éxito.

A nuestras Docentes especializada y titular

Las Doctoras Patricia Batlle y María Teresa Thomas Knipping por habernos acogido y orientado en esta investigación y brindarnos sus conocimientos respondiendo en todo momento a nuestras interrogantes para que este estudio se completara profesionalmente.

RESUMEN

Durante el tratamiento endodóntico existen diversos factores que afectan a la resistencia de la estructura dental. Por lo tanto, es necesaria la incorporación de un cemento sellador dentro del conducto con propiedades capaces de reforzar y fortalecer la estructura dentaria debilitada, además de sellar los conductos radiculares herméticamente obteniendo así un sellado tridimensional. El objetivo de esta revisión de la literatura es determinar cuál es el tipo de cemento sellador endodóntico (biocerámicos, a base de resina epóxica y a base de hidróxido de calcio) que proporciona mayor resistencia a la fractura en dientes tratados endodónticamente. Fueron incluidos artículos de la base de datos de diferentes repositorios como Pubmed, Google académico, JOE entre otros. Se concluyó que los cementos selladores biocerámicos y resinosos presentan mayor cantidad de propiedades favorables a la resistencia de la estructura radicular sobre los cementos a base de hidróxido de calcio.

Palabras claves: Endodoncia, Sellador endodóntico, Resistencia dental.

ABSTRACT

During endodontic treatment there are several factors that affect the resistance of the dental structure. Therefore, it is necessary to incorporate sealing cement inside the canal with properties capable of reinforcing and strengthening the weakened dental structure, in addition to hermetically sealing the root canals, thus obtaining a three-dimensional seal. The objective of this literature review was to determine which type of endodontic sealing cement (bioceramic, epoxy resin-based, and calcium hydroxide-based) provides greater fracture resistance in endodontically treated teeth. Articles from the database of different repositories such as Pubmed, Google academic, JOE among others were included. It was concluded that bioceramic and resinous sealing cements have greater properties favorable to the resistance of the root structure over calcium hydroxide-based cements.

Keywords: Endodontics, Endodontic sealer, Dental resistance.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
3. OBJETIVOS.....	13
3.1 OBJETIVO GENERAL	
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
4. MARCO TEÓRICO.....	14
4.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	14
4.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	16
4.2.1 FRACTURAS RADICULARES.....	16
4.2.2 Clasificación de las fracturas radiculares.....	16
4.2.3 Causas.....	18
4.2.4 Tratamiento.....	18
4.2.5 Prevención.....	20
4.2.6 Generalidades de la Obturación.....	21
4.2.7 Materiales de obturación.....	23
4.2.8 Gutapercha.....	25
4.2.9 Cementos endodónticos.....	26
4.2.10 Clasificación de los cementos endodónticos.....	26
4.2.11 Cementos a base de biocerámicos.....	27
4.2.12 Cementos a base de resina epóxica o resinosos.....	29

4.2.13 Cementos a base de hidróxido de calcio.....	31
4.2.14 Propiedades de los cementos endodónticos.....	33
4.2.15 Cuadro propiedades cementos endodónticos.....	35
5. DISCUSIÓN.....	37
6. CONCLUSIONES.....	41
7. RECOMENDACIONES.....	42
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

1. INTRODUCCIÓN

Se considera que los dientes tratados endodóticamente son más susceptibles a las fracturas que los dientes vitales. Existen un sin número de factores que afectan a la resistencia de los dientes tratados endodóticamente, incluyendo la excesiva pérdida de tejido dentario debido a caries, trauma dentoalveolar, preparación del acceso endodóptico, el adelgazamiento y debilitamiento de las paredes del conducto radicular producto de la propia instrumentación del conducto radicular, tratamiento endodóptico previo, reabsorción radicular interna, la deshidratación debido al uso de soluciones irrigadoras durante el tratamiento de conductos, al igual que la preparación para la rehabilitación post endodóptica^{1,2}.

La elección del tipo de biomaterial que se va a manejar al finalizar el tratamiento de conductos es un factor importante que se debe considerar para proteger el tejido dental, en la actualidad hay una variedad de materiales a nuestra elección que aportan propiedades adecuadas para el éxito del tratamiento endodóptico³.

Los cementos selladores son capaces de llenar los vacíos existentes entre los conos de gutapercha y las paredes del conducto dentinario. Es así como, el sellado de los espacios apicales y laterales en los conductos radiculares y la adaptación de éste en las paredes del conducto son características favorables para los cementos selladores ideales. De esta forma, ha sido sugerido que los selladores que pueden adherirse a la superficie de la dentina radicular fortalecerán a la estructura del remanente dentario, contribuyendo a un éxito a largo plazo del tratamiento endodóptico^{4,5}.

Actualmente, los selladores a base de resinas epóxica son muy usados. El sellador resinoso AH Plus es considerado el estándar de oro de los selladores endodóuticos

de este tipo por sus excelentes propiedades fisicoquímicas, a pesar de no poseer un potencial bioactivo (Almeida et al. 2020).

El avance de la tecnología ha introducido en el mercado los selladores biocerámicos porque tienen una mayor biocompatibilidad con una mejor unión química a las paredes de la dentina del conducto radicular, lo cual proporciona resistencia a la fractura de la raíz del órgano dental después de la obturación⁶.

Aunque los cementos selladores se consideran el material de elección para sellar los conductos radiculares, la capacidad de estos biomateriales para reforzar la estructura radicular tratada con endodoncia se discute con cierta controversia en la literatura, debido a que en algunos estudios afirman que pueden ser capaces de fortalecer significativamente las raíces, en otras investigaciones no aumentaron la resistencia a la fractura de los dientes con endodoncia. En general, se puede afirmar que la capacidad de los cementos selladores para reforzar la estructura radicular es discutible^{7, 8}.

Con esta revisión de literatura se pretende analizar la resistencia a la fractura de elementos dentales tratados endodónticamente con cementos selladores Biocerámicos, a base de Resina Epoxi o resinosos y de Hidróxido de Calcio describiendo sus propiedades, ventajas y desventajas y así contribuir a lograr tratamientos endodónticos que perduren en el tiempo y facilitar la correcta elección según el caso.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Las fracturas radiculares son la tercera causa más común de pérdida dental después de caries dental y enfermedad periodontal. La incidencia de dichas fracturas en dientes tratados endodónticamente se encuentra entre el 2 y el 20 %, mientras que el 94 % de los dientes con fracturas radiculares han tenido antecedentes de tratamiento endodóntico (Chang et al., 2016; García-Guerrero et al., 2018)⁹.

En cuanto a la configuración del conducto, si bien es necesaria la instrumentación del conducto radicular, varios estudios han indicado que la remoción de la estructura al interior de éste disminuye la resistencia a la fractura del diente, sin importar si la instrumentación es manual o mecanizada (Lam et al., 2005). La instrumentación del conducto radicular es un paso esencial en el tratamiento endodóntico. Se entiende que a medida que se retira la dentina durante la fase de instrumentación, el efecto de debilitamiento en la raíz es inevitable. Por lo tanto, es necesaria la incorporación de un material dentro del conducto para reducir este debilitamiento, el cual debe ser capaz de reforzar y fortalecer la estructura debilitada, además de sellar el canal radicular, logrando así un sellado hermético tridimensional (Ashraf et al., 2013)⁹.

La obturación del sistema de conducto radicular es uno de los pasos más críticos en el tratamiento endodóntico. Después de realizar una buena limpieza y conformación, la obturación va a impedir en gran parte, la filtración de microorganismos presentes en los tejidos periapicales que pueden terminar en el fracaso de nuestro tratamiento por recontaminación bacteriana¹⁰.

Los selladores endodónticos utilizados en tratamientos de conductos son el medio para evitar la microfiltración, llenar los espacios entre los conos de gutapercha y las

paredes del conducto, además de mejorar la resistencia a la fractura de los dientes tratados endodóticamente⁸.

Es de vital importancia, elegir un cemento sellador que aporte todas estas características. Por ello, se plantean las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles propiedades hacen que los cementos selladores biocerámicos aumenten la resistencia a la fractura de las piezas dentales tratadas endodóticamente?
- ¿Cuáles propiedades hacen que los cementos selladores resinosos aumenten la resistencia a la fractura de las piezas dentales tratadas endodóticamente?
- ¿Cuáles propiedades hacen que los cementos selladores a base de hidróxido de calcio aumenten la resistencia a la fractura de las piezas dentales tratadas endodóticamente?
- ¿Cuál de los cementos selladores (biocerámicos, resinosos, y a base de hidróxido de calcio) presenta mayores propiedades favorecedoras sobre los otros?
- ¿Cuál de los cementos selladores biocerámicos, a base de resina epoxi y a base de hidróxido de calcio ofrece mayor resistencia a la fractura de las piezas dentales tratadas endodóticamente?
- ¿Cuál cemento endodóptico de los tres mencionados brinda menor resistencia a la fractura de las piezas dentales tratadas endodóticamente?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar, mediante un estudio de revisión de literatura, cuál es el tipo de cemento sellador que proporciona mayor resistencia a la fractura en dientes tratados endodónticamente, los cementos biocerámicos, resinosos o a base de hidróxido de calcio

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comparar las propiedades de los tres tipos de cementos selladores (biocerámicos, resinosos, a base de hidróxido de calcio).
2. Conocer las propiedades de los cementos selladores biocerámicos y cómo aumentan la resistencia a la fractura en las piezas dentales tratadas endodónticamente.
3. Conocer las propiedades de los cementos selladores resinosos y cómo aumentan la resistencia a la fractura de las piezas dentales tratadas endodónticamente.
4. Conocer las propiedades de los cementos selladores a base de hidróxido de calcio y cómo aumentan la resistencia de las piezas dentales tratadas endodónticamente.
5. Identificar cuál de los tres cementos selladores mencionados, aporta mayor resistencia a la fractura en piezas dentales tratadas endodónticamente.
6. Identificar cuál de los tres cementos selladores mencionados, aporta menor resistencia a la fractura en piezas dentales tratadas endodónticamente.

4. MARCO TEORICO

4.1 ANTECEDENTES HISTORICOS

El éxito del tratamiento endodóntico depende de tres factores, de un adecuado diagnóstico, seguido de una preparación biomecánica del sistema de conductos radiculares y la obturación tridimensional del mismo. El objetivo principal de la obturación endodóntica es rellenar de manera hermética y tridimensional el sistema de conductos radiculares con materiales inertes, antisépticos y/o bioactivos que estimulen el proceso de reparación ¹¹.

A través de los años, y ante la experimentación con diversos tipos de materiales obturadores que han presentado resultados tanto positivos como negativos, la gutapercha y los cementos selladores se han convertido en los materiales de mayor aceptación para la terapia de los conductos radiculares.¹²

Es de gran importancia la elección de un buen cemento que cumpla con los requisitos y características enumerados por Grossman de un cemento ideal para la obturación de conductos radiculares, ya que los selladores endodónticos con propiedades antimicrobianas y biocompatibles pueden mejorar la terapia del conducto radicular.¹²

Rickert en 1925 propuso el empleo de un cemento para ser usado junto con los conos de gutapercha como alternativa a los selladores de Cloropercha y Eucapercha de aquella época. En 1932, Mario Badan introdujo en Endodoncia el cemento para obturación de los conductos, que, a partir de esa fecha, empezó a ser utilizado ampliamente en Brasil junto con los conos de gutapercha o de plata para la obturación del sistema de conductos radiculares.¹²

Grossman en 1936 introdujo en la endodoncia la fórmula inicial de su cemento sellador, cuyos componentes de plata precipitada y óxido de magnesio producían el oscurecimiento de la dentina, continuó investigando con respecto al cemento de plata que había creado, encontrando que las partículas de plata precipitada que presenta la fórmula causan pigmentación de las piezas tratadas, lo cual se debía a que la plata sufre corrosión. Fue 3 años más tarde en 1958, que modificó su fórmula original y entonces elimina la plata del cemento integrando nuevos materiales.¹²

Lasala en 1971 agrupo los cementos selladores de acuerdo con su principal componente, clasificándolos de la siguiente manera: a) cementos a base de eugenato de zinc; b) cementos con base plástica; c) cloropercha; d) cementos momificadores (con base de paraformaldehido), y e) pastas reabsorbibles.

Una de las clasificaciones más aceptadas es la que presentaron Ingle y West: a) óxido de zinc; b) selladores de hidróxido de calcio; c) plásticos y resinas, y d) cementos de ionómero de vidrio.¹²

Pitt Ford propuso el uso del ionómero de vidrio como sellador endodóntico en 1979, pero fue en 1991, que fue introducido como un cemento sellador endodóntico por la compañía ESPE llamado Ketac-Endo (ESPE/Seefeld, Alemania).

A finales de la última década, la investigación ha seguido desarrollándose, descubriendo materiales bioactivos y aplicándolos en los campos de la medicina y la odontología.¹³

4.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA

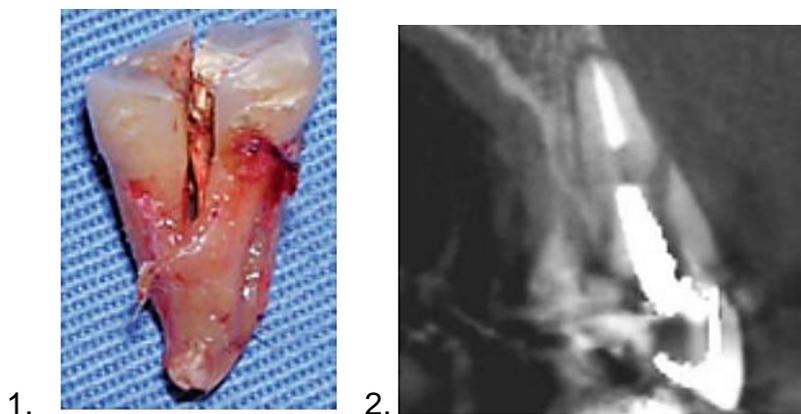
4.2.1 FRACTURAS RADICULARES

Las fracturas radiculares se definen como una interrupción de continuidad de la raíz del diente que afecta el cemento, la dentina y la pulpa y por lo general se asocian con un impacto directo sobre la corona dental. Se producen con más frecuencia en los dientes anteriores y en pacientes adultos¹⁴.

4.2.2 Clasificación de las fracturas radiculares

Las fracturas radiculares pueden ser verticales (longitudinales), oblicuas u horizontales, producto de la dirección y la intensidad del golpe, así como de la resistencia al desplazamiento que ofrece el ligamento. Los mismos factores pueden determinar fracturas simples, múltiples o conminuta¹⁴.

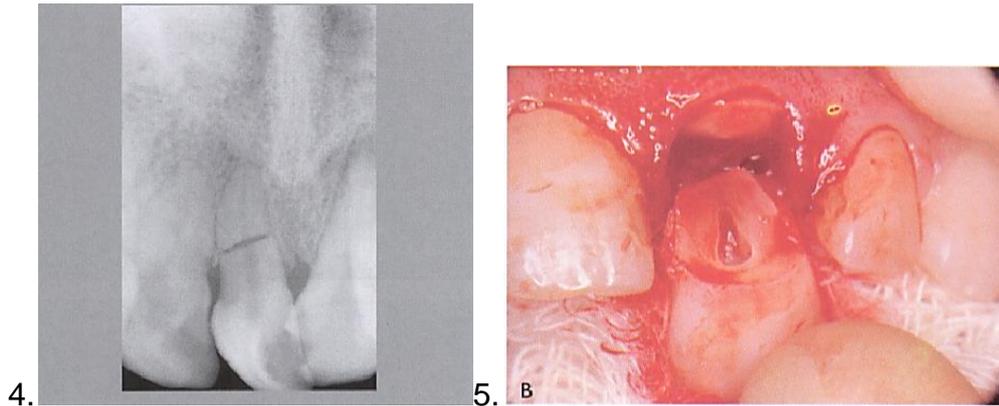
Las fracturas verticales suelen asociarse a dientes con tratamiento endodóntico; y algunos procedimientos, como por ejemplo, el desgaste excesivo de la corona durante la apertura, lo que pareciera contribuir a que estas fracturas se produzcan con mayor frecuencia¹⁴.



Figuras 1,2. Fracturas radiculares verticales

Fuente: García S.

Las fracturas radiculares horizontales u oblicuas. También llamadas intraalveolares, se caracterizan por la ruptura de las estructuras duras de la raíz, que queda dividida en dos segmentos; uno apical y otro coronario. El segmento apical por lo general no sufre desplazamiento, el coronario lo tiene casi siempre¹⁴.



Figuras 4,5 Fractura radicular.

Fuente: SOARES IJ, GOLDBERG F.



Figura 6. Fractura radicular conminuta

Fuente: SOARES IJ, GOLDBERG F.

4.2.3 Causas

Las causas de fracturas radiculares pueden ser las siguientes^{15,16}.

Iatrogénicas

- Excesiva instrumentación del conducto radicular.
- Excesiva compactación de la gutapercha durante la condensación ya sea vertical u horizontal.
- Colocación de postes muy amplios, presión excesiva de los mismos o bien, la colocación de éstos sin una buena relación corono-radicular.
- Excesivos procedimientos restaurativos.

Trauma dental (la mayor parte se presenta en dientes vitales)

- Traumatismos
- Bruxismo

4.2.4 Tratamiento

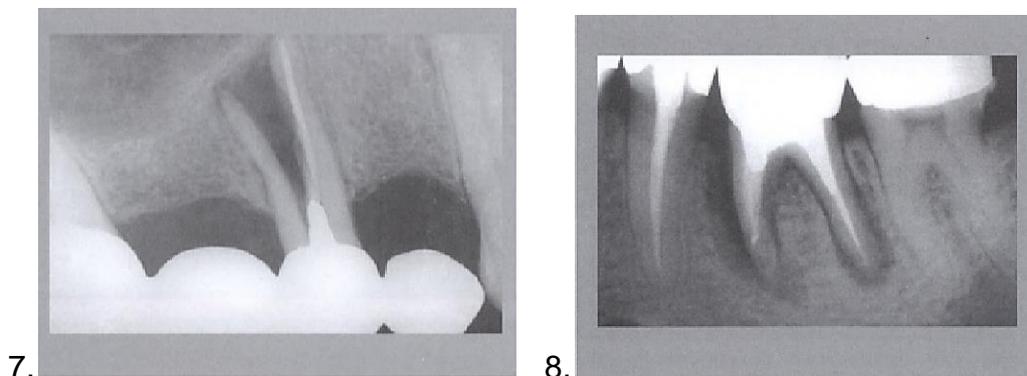
El tratamiento de conducto radicular no debe considerarse completo hasta que una restauración coronal haya sido colocada. Una restauración final óptima para los dientes tratados endodónticamente mantiene la estética, la función, evita fracturas radiculares, y la microfiltración¹⁷.

Los estudios sugieren que las restauraciones con amalgamas complejas, incrustaciones, y materiales compuestos se pueden usar como restauraciones postendodónticas¹⁷.

Con los recientes avances en la tecnología de adhesivos y materiales adhesivos fuertes, ahora es posible crear restauraciones conservadoras y altamente estéticas, que se adhieren directamente a la estructura del diente y reforzarla¹⁷.

Para que un material dental refuerce al diente, éste debe de adherirse a la dentina y esto ha sido demostrado que ocurre con los selladores a base de resinas epóxicas¹⁸.

Se debe recordar que mientras la fractura está presente, la pérdida de hueso continúa y si el diente fracturado se deja en el lugar indefinidamente, la cantidad de pérdida ósea que se produce puede comprometer gravemente el éxito de futuros procedimientos restauradores y puede resultar en la necesidad de una cirugía periodontal compleja. Por lo tanto, se recomienda que los dientes con fracturas radiculares sean extraídos tan pronto como sea posible¹⁸.



Figuras 7, 8: Pérdida ósea por fractura radicular, en ambos casos vertical.

Fuente: SOARES IJ, GOLDBERG F.

El tratamiento de los dientes con fracturas verticales es difícil y depende del tipo de diente afectado, así como en la magnitud, duración y localización de la fractura. La mayoría de las fracturas verticales comprometen el surco gingival y resultan en la

destrucción del periodonto apical, debido a la entrada de bacterias y otros irritantes, lo que resulta en la pérdida de hueso alveolar en casi todos los dientes¹⁸.

En algunas situaciones, un diente fracturado puede ser salvado con amputación radicular o hemisección en una pieza dental multiradicular, pero más a menudo es indicada la extracción de la pieza fracturada, sobre todo si la fractura es a nivel del ápice, y posteriormente ser reemplazado por un implante¹⁸.

Si la fractura es de una parte de la corona, sin que afecte la raíz, no habrá ningún problema. Se rehabilitará el fragmento coronario fracturado y se recuperará la función y la estética¹⁸.

4.2.5 Prevención

La mejor manera de prevenir las fracturas radiculares después de haber realizado el tratamiento endodóntico es efectuando un tratamiento conservador, al momento de la apertura cameral, acceso y preparación de los conductos radiculares, ya que las preparaciones extensas debilitan las paredes dentinarias.

Mathew y col., en el 2014, proponen un concepto de Endodoncia Mínimamente Invasiva (EMI) que consiste en respetar y preservar la mayor cantidad de estructura dentaria remanente sana tanto coronaria, cervical y radicular durante la realización de los tratamientos endodónticos. Otros autores consideran que en la realidad clínica sólo se necesita una adecuada preparación coronaria sin excederse en su extensión, por lo tanto, se debe buscar un equilibrio en los procedimientos endodónticos con el fin de mantener la resistencia e integridad de los dientes¹⁹.

Otros autores, proponen el uso de las fresas tradicionales para la realización del acceso cameral y evitar las fresas Gates Glidden porque las consideran agresivas y difíciles de controlar¹⁹.

Por otra parte, la literatura sugiere que los biomateriales utilizados para el tratamiento endodóntico como son los cementos selladores, que tengan la capacidad de adherirse a la superficie de la dentina radicular, fortalecerán la estructura radicular endodonciada, contribuyendo así al éxito a largo plazo de un diente tratado endodónticamente³.

4.2.6 Generalidades de la Obturación

La etapa final del tratamiento endodóntico consiste en obturar todo el sistema de conductos radiculares total y densamente con materiales que sellen herméticamente y que no sean irritantes para el organismo²⁰.

Ortega et al., cita que según Maisto, la obturación de conductos radiculares consiste esencialmente en reemplazar el contenido natural o patológico de los conductos por materiales inertes o antisépticos bien tolerados por los tejidos periapicales²⁰.

De acuerdo con la asociación americana de endodoncia (AAE), una obturación adecuada se define y se caracteriza por el llenado tridimensional de todo el conducto radicular, lo más cercano posible de la unión cemento-dentinaria²¹.

La obturación del sistema de conductos radiculares tiene por objetivo el llenado de la porción conformada del conducto con materiales inertes o antisépticos que promuevan un sellado estable y tridimensional y estimulen o no interfieran con el proceso de reparación¹³. Baras et al., expresan que evita la entrada de fluidos orales; atrapa bacterias supervivientes residuales y las priva de nutrientes y;

previene cualquier comunicación entre los fluidos del tejido periapical y el conducto radicular, lo cual puede desencadenar futuras infecciones²².

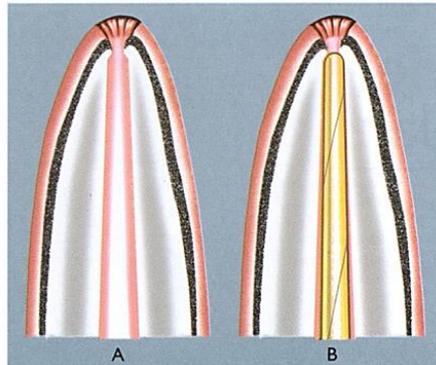


Figura 9. Nivel de la conformación, A, es el mismo de la obturación, B.

Fuente: SOARES IJ, GOLDBERG F.

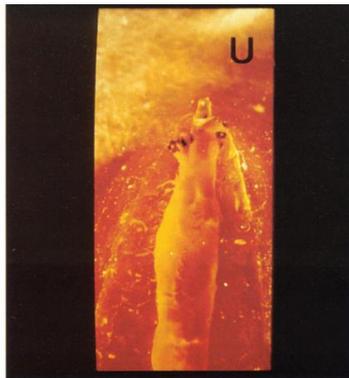


Figura10. Diafanización de un diente con el conducto obturado en forma tridimensional.

Fuente: SOARES IJ, GOLDBERG F.

Las características ideales de la obturación del sistema de conductos radiculares son:

- Debe ser realizada de forma tridimensional para lograr prevenir la percolación y microfiltración hacia los tejidos periapicales del contenido del sistema de conducto radicular y también en sentido contrario.
- Utilizar la mínima cantidad de cemento sellador, el cual debe ser biológicamente compatible al igual que el material de relleno sólido, y químicamente entre sí para establecer una unión de estos y así un selle adecuado.
- Radiográficamente el relleno debe extenderse lo más cerca posible de la unión cemento dentinario y observarse denso. El conducto obturado debe reflejar una conformación que se aproxime a la morfología radicular. Así mismo, debe mostrar una preparación continua en forma de embudo y estrecha en el ápice, sin excesiva eliminación de estructura dentinaria en cualquier nivel del sistema del conducto, porque el material obturador no fortalece la raíz ni compensa la pérdida de dentina.²¹

4.2.7 Materiales de obturación

Los materiales de obturación se han clasificado en: estado sólido (conos de gutapercha y plata), y en estado plástico (cementos y pastas), no obstante, Cedeño et al. (2020), agrega que a pesar de que esta clasificación sea tan justa, en los procedimientos endodónticos es imprescindible alcanzar un correcto binomio entre los mencionados compuestos. Por lo que, en la actualidad, el método de obturación más aceptado consiste en "un núcleo sólido, como lo es la gutapercha, y un cemento sellador del conducto radicular"²³.

Grossman y cols.² enumeraron los requisitos que debería cumplir un material de obturación^{24, 25}.

1. Fácil de introducir en el conducto radicular, con un tiempo de trabajo suficiente.
2. Estable dimensionalmente, sin contraerse tras su introducción.
3. Impermeable, sin solubilizarse en medio húmedo.
4. Sellar la totalidad del conducto, tanto apical como lateralmente.
5. Capacidad bacteriostática.
6. No debe ser irritante para los tejidos periapicales.
7. Debe ser radiopaco, para poder distinguirlo en las radiografías.
8. No debe teñir los tejidos del diente.
9. Debe ser estéril o fácil de esterilizar antes de su introducción.
10. Ha de poder retirarse con facilidad del conducto si es necesario

Aunque ningún material cumple a la perfección todos los requisitos, la gutapercha y varios cementos selladores se adaptan bastante bien a ellos. En la obturación de los conductos se debe combinar más de un material para aproximarse a los requisitos del material ideal. Por lo general, se utiliza un material central, denso, que constituye el núcleo de la obturación, y un material de mayor plasticidad, un cemento sellador, para ocupar el espacio entre el material de núcleo y las irregularidades de las paredes del conducto^{26, 23}.

4.2.8 Gutapercha

La gutapercha es el principal material usado para la obturación de los conductos radiculares desde su introducción por Bowman en 1867. Se trata de un polímero orgánico natural (poliisopreno). Las diferentes formas estereoquímicas de la gutapercha le confieren propiedades distintas, aunque su composición química sea la misma²⁷.

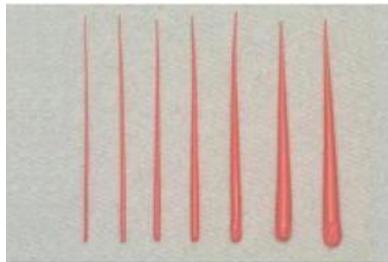


Figura 11. Fuente: Torabinejad

Los preparados comerciales de gutapercha la presentan en combinación con otros productos, fundamentalmente con óxido de zinc. Para mejorar sus propiedades físicas se adicionan ceras, resinas y sulfatos metálicos, que le confieren radiopacidad. La proporción entre los componentes orgánicos (gutapercha, ceras, resinas) y los inorgánicos (óxido de zinc, sulfatos metálicos, colorantes y antioxidantes) se mantiene aproximadamente constante en un rango de 14,5-20,4% y 66,5-84,3%, respectivamente, de lo que se deduce que el principal componente de los preparados comerciales de gutapercha es el óxido de zinc²⁷.

Los conos de gutapercha son uno de los materiales más aceptados y utilizados en la obturación radicular por su biocompatibilidad, rentabilidad, uso clínico prolongado y propiedades antimicrobianas potenciales, ya que presenta en su composición

óxido de zinc. También se ha demostrado que proporciona un mejor llenado del conducto, desde la porción apical hasta la corona²⁸.

4.2.9 Cementos endodónticos

El empleo de un sellador para obturar los conductos radiculares es esencial para el éxito del tratamiento de conductos. No sólo contribuye al logro del sellado apical, sino que también sirve para rellenar las irregularidades del conducto y las discrepancias entre la pared del conducto radicular y el material de relleno sólido²⁹.

Los selladores suelen proyectarse a través de los conductos accesorios o laterales y pueden ayudar al control microbiano al expulsar los microorganismos ubicados en las paredes del conducto radicular o en los túbulos dentinarios²⁹.

Los selladores se utilizan como lubricantes y ayudan al preciso asentamiento del material de relleno sólido durante la compactación. En los conductos donde se elimina la capa de barrillo dentinario, muchos selladores demuestran un aumento de sus propiedades adhesivas sobre la dentina, además de fluir a través de los túbulos dentinarios limpios³⁰.

4.2.10 Clasificación de los selladores endodónticos

Los selladores endodónticos se clasifican dependiendo de su composición química y aplicaciones clínicas:³¹

- Selladores biocerámicos.
- Selladores a base de resina epoxi.
- Selladores a base de hidróxido de calcio.
- Selladores a base de agregado trióxido mineral.

- Selladores a base de siliconas.
- Cementos selladores a base de óxido de zinc – eugenol (ZOE).
- Cementos selladores a base de Ionómero de vidrio.

4.2.11 Cementos a base de biocerámicos

Los biocerámicos son materiales especialmente diseñados para el uso clínico, que incluyen alúmina, zirconio, vidrio bioactivo, vidrios cerámicos, hidroxiapatita y fosfatos de calcio reabsorbibles. Los cementos biocerámicos son biocompatibles porque no producen respuesta inflamatoria de los tejidos periapicales cuando entran en contacto con ellos. Son estables en ambientes biológicos, no sufren contracción de fraguado; todo lo contrario, tienen una expansión de 0,002mm y no se reabsorben. Otra característica que poseen es su capacidad de producir hidroxiapatita durante su proceso de fraguado, generando un enlace químico entre la dentina y el material de obturación. Presentan además un pH alcalino durante las primeras 24 horas de fraguado con elevada actividad antibacteriana (7,45). Son fáciles de usar, ya que poseen un tamaño de partícula menor a 2 μm , lo que permite ser usados en una jeringa premezclada. Tiene un tiempo de trabajo aproximado de tres a cuatro horas a temperatura ambiente, y se introduce directamente dentro del canal.³²

Existen tres categorías de biocerámicos, los cuales son:

- 1- Bioinertes: aquellos capaces de rellenar tejidos y ser tolerados por el organismo sin producir reacción en el mismo (Alúmina, circonita).
- 2- Bioactivos: los cuales son tolerados por el organismo y poseen capacidades de osteoconducción. Dentro de este grupo podemos encontrar los siguientes cementos selladores endodónticos: I-Root SP (IBC, Canadá), el

Endosequence BC Sealer (Brasseler, USA) y el TotalFill BC Sealer (FKG, Suiza), Bio-C sealer (Angelus, PR, Brazil), entre otros.

- 3- Biodegradables: que poseen capacidad de ser degradados en ambiente biológico y ser reemplazados por hueso. (Tanomaru-Filho et al., 2014)¹⁰.



Figura 12. Cemento sellador biocerámico Bio-C Sealer

Fuente: Aulestia, J. 2022



Figura 13. Cemento sellador biocerámico EndoSequence BC Sealer.

Fuente: Brasseler

Estos selladores interactúan a través de sus elementos bioactivos con los tejidos vitales del diente formando mejor tejido residual lo que permite que el diente fortalezca su estructura y así evitar fracturas²⁹.

4.2.12 Cementos a base de resina epóxica o resinosos

Han sido introducidos en la práctica por sus características favorables, como la adhesión a la estructura dentaria, adecuado tiempo de trabajo, facilidad de manipulación y buen sellado. Se caracterizan por tener una alta toxicidad inicial que genera una respuesta inmunológica que desaparece rápidamente; debido a que su trama de resina es radiolúcida, se les incorporó sales metálicas para hacerlos radiopacos. Su sobrepaso al periápice determina una larga permanencia en éste, ya que al organismo lo reabsorbe con dificultad³².

Estos selladores de conducto radicular a base de resina tienen una buena retención en la dentina radicular con valores más altos de fuerza de adherencia en comparación con otros selladores endodónticos, considerado como el “estándar de oro” en endodoncia, sin embargo, es necesario considerar que algunos estudios han detectado altos niveles de inflamación en tejidos periapicales y subcutáneos después del uso de selladores a base de resina epoxi. Según Kaur, A.et. al., (2015), estos materiales proporcionan buena adherencia y no contienen eugenol, la capacidad de sellado de AH 26 y AH Plus son comparables a selladores a base de resina con propiedades hidrófilas, aunque exhiben cierto grado de citotoxicidad²⁹.



Figura 14. Cemento sellador resinoso AH Plus.

Fuente: Aulestia, J. 2022



Figura 15. Cemento AH Plus 26

Fuente: Soares y Goldberg.

Con respecto a la resistencia a la fractura, los selladores a base de resina epoxi tienen una penetración más profunda en los túbulos dentinarios y una mayor unión a la dentina de conducto radicular que los de base de ionómero de vidrio y de óxido de zinc-eugenol, por lo tanto, la retención del material de obturación radicular se mejora debido al enclavamiento mecánico entre él y las paredes del canal³⁴.

En comparación con los cementos a base de óxido de zinc y eugenol, hidróxido de calcio e ionómero de vidrio, éstos presentan mayor fuerza de adhesión a la dentina, aumentando de esa manera la resistencia a la fractura³⁴.

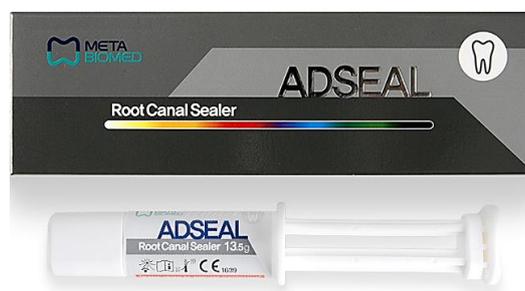


Figura 16. Cemento sellador resinoso ADSEAL. Fuente: META BIOMED

4.2.13 Cementos a base de hidróxido de calcio

Se crearon con el propósito de incorporar las buenas propiedades biológicas del hidróxido de calcio, evitando la rápida reabsorción de esta sustancia en el periápice y en el interior del conducto³⁶.

El hidróxido de calcio es considerado un agente inductor de tejidos calcificados, es un potente agente bacteriostático y bactericida, para el control de microorganismos, cuando es usado como medicamento dentro del conducto radicular. Actúa como agente catalizador en la modificación del pH en los tejidos periapicales, para favorecer el proceso de cicatrización. Es un excelente agente higroscópico en el control del exudado en conductos radiculares de piezas dentarias con lesiones periapicales grandes, que permanecen húmedos persistentemente. Induce el cierre apical en la apicogénesis y la apicoformación. Actúa como una barrera apical, cuando es colocado como tapón dentro del conducto radicular, para obtener el sellado apical y permitir la obturación convencional. En los procedimientos donde es necesaria la formación de un tejido calcificado, tales como en perforaciones y en fracturas, se indica con frecuencia su uso, debido a su potencial osteogénico y osteoinductor³⁶.

Los cementos que contienen hidróxido de calcio (HC) tienen el propósito de mejorar las propiedades biológicas y garantizar un buen sellado de los sistemas de conductos radiculares, ya que previenen la regeneración de las bacterias residuales, controlan la entrada de bacterias dentro del conducto y estimulan la formación de tejidos de reparación en la región periapical³⁷.

Estos cementos surgieron con el fin de proporcionar acción antibacteriana y osteocementogénica. Lastimosamente, no son lo suficientemente adhesivos al

diente, lo cual provoca un incorrecto sellado del canal radicular en comparación con otros cementos^{4, 38}.

Estos son algunos de los encontrados en el mercado: Sealapex (Kerr-SybronCorp), Apexit (Vivadent/Ivoclar, Schaan, Liechtenstein), Life (Kerr-SybronCorp), CRCS - CalcibioticRoot Canal Sealer (Hygenic Co), Vitapex (DiaDentGroup International Inc.), Calasept (Nordiska Dental AB), Sealer 26 (Dentsply Industria e Comércio Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil)³⁶.



Figura 17. Cemento sellador a base de hidróxido de calcio Sealapex

Fuente: Soldano Piedad.



Figura 18. Fuente: TienDental productos dentales, S.L.

4.2.14 Propiedades de los cementos endodónticos

Los cementos endodónticos deben tener buenas propiedades fisicoquímicas y antimicrobianas, ya que se considera beneficioso reducir aún más el número de microorganismos existentes y erradicar la infección del conducto periapical. Dentro de las propiedades de los cementos endodónticos, la biocompatibilidad juega un papel importante, ya que podría estimular el proceso de reparación de los tejidos periapicales o perjudicarlo, contribuyendo al fracaso del tratamiento³⁸.

Requisitos de los cementos selladores: Grossman ⁴⁰, en 1958, enumeró los requisitos y características que debe poseer un cemento sellador de conductos radiculares ideal; estos siguen vigentes hoy en día.

El cemento sellador ideal:

1. Debe proporcionar adhesión entre el material y la pared del conducto al fraguar.
2. Debe producir un sellado hermético.
3. Debe ser radiopaco para poder observarse radiográficamente.
4. Debe poseer partículas finas de polvo que se mezclen fácilmente con el líquido.
5. No debe encogerse al fraguar.
6. No debe pigmentar la estructura dentaria.

7. Debe ser bacteriostático, o por lo menos no favorecer la reproducción de bacterias.
8. Debe fraguar con lentitud para permitir un tiempo de trabajo adecuado para la colocación del material de obturación.
9. Debe ser insoluble en fluidos bucales.
10. Debe ser bien tolerado por los tejidos periapicales.
11. Debe ser soluble en un solvente común para retirarlo del conducto radicular si fuese necesario.

Además, se puede agregar que los cementos selladores no deben ser mutagénicos ni carcinogénicos ⁴¹, no deben provocar una reacción inmunitaria en los tejidos, no se debe modificar en presencia de humedad ni debe corroerse ⁴².

Para Pertot y col ⁴³. un cemento sellador debe reunir varios requerimientos en cuanto a sus características físicas; pero considera la compatibilidad del sellador con los tejidos vivos una de sus características más importantes ya que, durante la obturación, los cementos selladores pueden salir inadvertidamente hacia los tejidos periapicales, causar inflamación y retardar o impedir el proceso de cicatrización.

Un sellador biocompatible no debe prevenir ni obstaculizar la reparación tisular, por el contrario, debe ayudar o estimular la reorganización de las estructuras lesionadas para que la reparación pueda producir el sellado biológico del ápice radicular y aislar cuerpos extraños ⁴⁴.

La combinación adecuada de eficacia selladora y biocompatibilidad de un cemento sellador es determinante para un pronóstico favorable de la terapia endodóntica. Por

lo tanto, es importante evaluar, al seleccionar el sellador endodóntico, el potencial de producir irritación química tisular como un factor importante a tomar en cuenta⁴⁵.

Debe quedar claro que, si un conducto radicular no ha sido limpiado y conformado adecuadamente, las propiedades selladoras de un cemento endodóntico no pueden mejorar los resultados del tratamiento. Además, otra causa de fracaso del tratamiento puede provenir de selladores que contienen componentes tóxicos incluidos en su composición con el objeto de neutralizar los efectos de una preparación biomecánica pobre ⁴⁵.

4.2.15 Cuadro propiedades cementos endodónticos.^{29, 32, 34, 36}

BIOCERÁMICOS	RESINOSOS	HIDROXIDO DE CALCIO
Biocompatible	Citotóxico	Biocompatible
Producen hidroxiapatita durante su proceso de fraguado, generando un enlace químico entre la dentina y el material de obturación	Alta fuerza de adherencia	No son lo suficientemente adhesivos al diente
-Expansión de 0,002mm -Tamaño de partícula menor a 2 µm - No sufren contracción de fraguado	Buena retención en dentina radicular -Penetración profunda en los túbulos dentinarios	No posee un buen sellado del conducto radicular
Elevada actividad antibacteriana	Adecuada capacidad antimicrobiana	Bacteriostático y bactericida
Interactúan a través de sus elementos bioactivos con los tejidos vitales del diente formando mejor tejido residual lo que permite que el diente fortalezca su estructura y así evitar fracturas	----	-Inductor de tejidos calcificados -Osteogénico y osteoinductor -Induce el cierre apical en la apicogénesis y la apicoformación
Ph alcalino 7,45 durante las primeras 24 hrs de fraguado	----	Ph alcalino 12,4

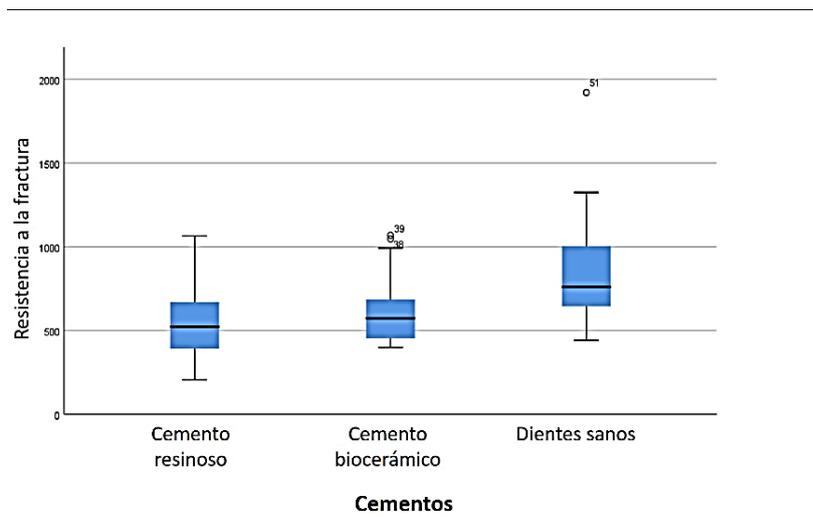


Figura19. Comparación de medias de la resistencia a la fractura entre los selladores y dientes sanos⁶.

5. DISCUSIÓN

Se conoce que la terapia de endodoncia es un procedimiento crítico de remoción de tejido dentario y uso de sustancias irrigantes que frente a una fuerza podrían alterar las propiedades mecánicas de la raíz, pero la selección de un sellador con las propiedades adecuadas puede compensar los efectos adversos de tales procedimientos y dar apoyo al tejido dentario remanente²⁹.

En cuanto al cemento endodóntico que proporcionó mayor resistencia a la fractura en dientes tratados endodónticamente de acuerdo con la revisión literaria de Almohaime, A.⁴⁶, et al (2020), evaluaron la resistencia a la fractura de los dientes tratados endodónticamente y obturados con selladores biocerámico TotalFill y resinoso Ah Plus; El grupo TotalFill mostró un aumento en la resistencia a la fractura ligeramente mayor (734,62 N) que el grupo AH Plus (728,29 N). Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. En vista de que el sellador biocerámico permite una unión entrelazada a través de la dispersión de moléculas hacia los túbulos dentinarios lo que permite una interacción con las fibras de colágeno y la formación de una zona de infiltración mineral y el sellador resinoso como el Ah plus como ya lo hemos explicado, sus propiedades de unión hacia el tejido dentinario son acertadas y por eso se lo considera un Gold estándar. Estudios anteriores concuerdan con éste como el de Morales et al.⁹, en el 2019, quienes revisaron la literatura actual comparando la resistencia a la fractura aportada en dientes tratados endodónticamente por los cementos selladores a base de resina epóxica versus los nuevos cementos selladores a base de biocerámicos y concluyen que no hay diferencias significativas entre el uso de cementos selladores

a base de biocerámicos y cementos selladores a base de resina epóxica en la obturación radicular.

Que a su vez lo reafirma Sagsen, B, et al, (2012)⁴⁷, donde compararon selladores a base de resina epoxi Ah plus, biocerámico iROOT y MTA Fillapex. En el que concluyeron que todos los selladores de conductos radiculares utilizados en el presente estudio aumentaron la resistencia a la fractura de los conductos radiculares instrumentados, demostrando buenas características de unión y fuerza.

Según Almeida⁶, en el 2022, en su estudio titulado resistencia a la fractura de incisivos centrales superiores endodonciados y obturados con 2 diferentes selladores endodónticos, el sellador biocerámico Endosequence BC y el sellador resinoso AH Plus. Donde la fractura fue medida en Newtons. Se evidenció que el mayor valor de resistencia lo presentan los dientes obturados con sellador biocerámico con 617,35N; y se observó el menor valor de resistencia en los dientes obturados con sellador resinoso AH Plus con 543,20N. Concluyendo que el biocerámico Endosequence BC, presentó la mayor resistencia a la fractura frente al sellador resinoso AH Plus según el promedio de las muestras. Pudo deberse a que el sellador biocerámico presenta una unión química con la dentina radicular debido a la producción de hidroxiapatita durante su fraguado, gracias a los componentes bioactivos existentes dentro de su composición (Mohammed and Al-Zaka 2020; Rodríguez-Lozano et al. 2020). Otra razón es que pudo deberse a su naturaleza hidrofílica, ya que posee un ángulo de contacto bajo, permitiendo una fácil propagación sobre las paredes del conducto radicular (Zhang et al. 2009).

En muchos estudios, los selladores a base de resina epoxi mostraron mayor adhesión a la dentina del conducto radicular y más profunda penetración en los túbulos⁵³. Esto significaba que la retención del material obturador podría mejorar por un bloqueo mecánico en ese lugar, por lo tanto, refuerza la estructura de la raíz para aumentar su resistencia a la fractura. Como es el estudio de Mohammad Hammad et al.⁴⁸, (2007) sobre la resistencia a la fractura vertical de dientes obturados con cementos selladores óxido de zinc y eugenol, EndoRez, Resilon, sellador RealSeal, en donde dio como resultado que la obturación de las raíces con materiales de obturación a base de resina EndoRez 169.40 N, Resilon 146.31 N aumentó la resistencia a la fractura radicular de los dientes obturados.

De igual forma Arce⁴⁹, en el 2013 indicó que hay una diferencia significativa entre la resistencia a la compresión vertical del cemento Adseal a base de resina epoxi y cemento Apexit a base de hidróxido de calcio, siendo el primero más resistente a la fractura; sin embargo, ambos cementos ofrecen resistencia a la raíz endodonciada. Tal diferencia significativa también se demuestra en el estudio Hrishy et al.⁵⁰, en el 2017, quienes compararon los efectos in vitro de los selladores de conducto radicular resinoso AH Plus, a base de silicato de calcio o biocerámico MTA Fillapex, a base de hidróxido de calcio (Apexit) y a base de óxido de zinc eugenol (ZOE), sobre la resistencia a la fractura de los dientes tratados endodómicamente. Como resultados, el Grupo resinoso AH Plus y el Grupo a base de silicato de calcio MTA Fillapex mostraron mayor resistencia a la fractura que los cementos a base de hidróxido de calcio (Apexit) y a base de óxido de zinc eugenol (ZOE). Es decir que, según este estudio, tanto los resinosos como los biocerámicos son más resistentes que los de a base de hidróxido de calcio.

En contraposición a lo anterior mencionado, según Dibaji F et al.⁵¹, en el 2017, concluyen que, la aplicación de selladores resinosos y biocerámicos no cambió la resistencia a la fractura de las raíces en comparación con la de los conductos radiculares no preparados. Es decir, que no la aumentaron ni disminuyeron, por lo que es válido indicar que no aportan resistencia a la fractura radicular.

Sin embargo, Freire²⁹, también concuerda con los autores anteriores ya que, en el 2022, determinó la resistencia a la fractura de 60 premolares mandibulares tratados endodónticamente y obturados con 3 selladores endodónticos resinoso y biocerámicos AH Plus, Bio C-Sealer y BioRoot RCS en el Laboratorio de Mecánica de materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas. En los resultados se evidenció que el mayor valor del promedio lo obtuvo el control negativo (obturados solamente con cono único) seguido por sellador resinoso AH PLUS, sellador biocerámico Bio C-Sealer, sellador biocerámico BioRoot RCS, pero no se encontraron diferencias significativas entre biocerámicos y resinosos.

6. CONCLUSIONES

Luego de la revisión de la literatura correspondiente se puede concluir lo siguiente:

Las propiedades que hacen que los cementos selladores biocerámicos aumenten la resistencia a la fractura en piezas tratadas endodónticamente son las siguientes: no sufren contracción de fraguado ya que posee una expansión de 0,002mm, producen hidroxiapatita durante su proceso de fraguado, generando un enlace químico entre la dentina y el material de obturación e interactúan a través de sus elementos bioactivos con los tejidos vitales del diente formando mejor tejido residual lo que permite que el diente fortalezca su estructura y así evita las fracturas.

Las propiedades que hacen que los cementos selladores resinosos aumenten la resistencia a la fractura en piezas tratadas endodónticamente son las siguientes: buena retención que tienen en dentina radicular ya que penetran profundamente en los túbulos dentinarios y esto le da alta fuerza de adherencia.

En comparación con los cementos resinosos y biocerámicos que presentan mayor fuerza de adhesión a la dentina, el cemento a base de hidróxido de calcio no es lo suficientemente adhesivo a la estructura dentaria, lo cual provoca un incorrecto sellado del conducto radicular aportando así menor resistencia a la fractura radicular.

El cemento sellador biocerámico presenta mayores propiedades favorecedoras sobre los cementos resinosos y a base de hidróxido de calcio

El cemento endodóntico biocerámico brinda mayor resistencia a la fractura de las piezas dentales tratadas endodónticamente.

7. RECOMENDACIONES

- Realizar más estudios comparativos in vitro sobre la resistencia a la fractura que pueden aportar los cementos selladores biocerámicos y resinosos.
- Incentivar a los diferentes profesionales en ejercicio de la endodoncia a utilizar cementos selladores biocerámicos o a base de resina epoxi en la práctica clínica, ya que evidenciamos que refuerzan la estructura dentaria después de haberse realizado tratamiento endodóntico.
- Se recomienda que, para garantizar resultados respecto a la resistencia a la fractura de piezas dentales tratadas endodónticamente, el sellador endodóntico esté siempre acompañado de un núcleo sólido como lo es la gutapercha y tras finalizado el tratamiento, se realice una adecuada e inmediata restauración final.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Akshay, L. Bela, D. Neeta, P. Viral, T. Sona, S. Vaishaly, P. Comparative Evaluation of Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth Obturated with Resin Based Adhesive Sealers with Conventional Obturation Technique: An In Vitro Study. J of Int Oral Health [Internet] 2015[citado el 16 de marz de 2023]; 7 (2): pág. 6-12. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4377154/>
2. Sinan H, Tuncay O, Karatas E, Arslan H, Yeter K. In Vitro Fracture Resistance of Roots Obturated with Epoxy Resin based, Mineral Trioxide Aggregate–based, and Bioceramic Root Canal Sealers. J Endod [Internet] Dic 2013[citado el 16 de marz de 2023]; 39(12): pág. 1630-1633. Disponible en: [In vitro fracture resistance of roots obturated with epoxy resin-based, mineral trioxide aggregate-based, and bioceramic root canal sealers - PubMed \(nih.gov\)](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24888881/)
3. Azimi, S. Sadri, D. Khosravanifard, B. Comparison of Pulp Response to Mineral Trioxide Aggregate and a Bioceramic Paste in Partial Pulpotomy of sound human premolars: A Randomized Controlled Trial. Int Endod J [Internet] 2014 [citado el 16 de marz de 2023]; 47 (9): 873-881. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/iej.12231>.

4. Aulestia J. Resistencia a la fractura de órganos dentales obturados con cementos selladores biocerámicos y resinosos. Estudio in vitro [internet]. [Ecuador]: Universidad central del ecuador 2022. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/28288>.
5. Onay EO, Ungor M, Ari H, et al. Push-out bond strength and SEM evaluation of new polymeric root canal fillings. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod [Internet] Jun 2009[citado el 16 de marz de 2023]; 107:879–85. Disponible en: [https://www.oooojournal.net/article/S1079-2104\(09\)00035-3/fulltext](https://www.oooojournal.net/article/S1079-2104(09)00035-3/fulltext)
6. Espinosa EE, Almeida DA. Resistencia a la fractura de dientes endodonciados y obturados con dos distintos selladores endodónticos. Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas [Internet]May 2022[citado el 16 de marz de 2023];43(1): 39-47. Disponible en: <https://remcb-puce.edu.ec/remcb/article/view/915>.
7. Jhonson, M. Stewart, G. Nielsen, C. Hatton, J. Evaluation of Root Reinforcement of Endodontically Treated Teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod [Internet] Sept 2000[citado el 16 de marz de 2023]; 90 (3): 360-364. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10982959/>.
8. Chafer E, Zandbiglari T, Schafer J. Influence of resin-based adhesive root canal fillings on the resistance to fracture of endodontically treated roots: an in vitro preliminary study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod

[Internet] 2019 [citado el 16 de marz de 2023]; 103:274–9. Disponible en:
[https://www.oooojournal.net/article/S1079-2104\(06\)00551-8/fulltext](https://www.oooojournal.net/article/S1079-2104(06)00551-8/fulltext)

9. Morales, F. Reyes, S. Álvarez, S. Hernández, S. Resistencia a la Fractura de Dientes Tratados Endodónticamente Obturados con Selladores Biocerámicos Versus Selladores Resinosos. Int. J. Odontostomat [Internet] 2019 [citado el 16 de marz de 2023]; 13(1):31-39. Disponible en:
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718381X2019000100031

10. Di Martino JM. Bioactividad de cementos endodónticos a base de silicato de calcio [Tesis]. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo; junio de 2020. Disponible en: https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/15349/di-martino-jaquelina-marcela.pdf

11. Alberdi J, Martín G. SELLADORES BIOCERÁMICOS Y TÉCNICAS DE OBTURACIÓN EN ENDODONCIA. Rev de la Facultad de Odont 2021 (Citado 05 May 2023); XIV (1) pág. 10-23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.30972/rfo.1414938>

12. García Aldana. BIOCOMPATIBILIDAD DE LOS CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS [Tesis]. México: Facultad de odontología; 2020. Disponible en:

<https://odontologia.uas.edu.mx/posgradoendodoncia/PDF/gen1719/NATHALY>

[A_ELIZABETH_GARCIA_ALDANA.pdf](#)

13. AGUIRRE D. EFECTO DE LOS DIFERENTES SELLADORES ENDODONTICOS SOBRE LOS TEJIDOS PERIAPICALES [Tesis]. Ecuador: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE ODONTOLOGÍA; 2020

14. SOARES IJ, GOLDBERG F. Endodoncia, Técnicas y Fundamentos. 1 ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2002. 141 p.

15. García S. FRACTURAS RADICULARES VERTICALES: DIAGNÓSTICO Y PRONÓSTICO CLÍNICO. ISSN [Internet] 2019 [citado el 16 de marz de 2023]; 8(1): pág. 54-57. Disponible en: [251-909-1-PB \(1\).pdf](#)

16. Moule A J, Kahler B. Diagnosis and management of teeth with vertical root fractures. Australian Dental Journal Jun 1999; 44(2):75-87. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1834-7819.1999.tb00205.x>.

17. Gutmann JL, LOVDAHL P. Solución de problema en endodoncia, Prevención, Identificación y Tratamiento. Editorial. Madrid, España: Academia; 1998. Pág. 440-441. Disponible en:

https://www.academia.edu/33232099/Solucion_de_Problemas_en_Endodoncia_a_5a_Edicion

18. Solís, A. Fracturas radicales verticales en piezas con tratamiento endodóntico: Aspectos clínicos e imagenográficos. Reporte de casos clínicos. Odontología Vital [Internet] Jun 2014 [citado el 16 de marz de 2023]; 1(20): pág. 63-68. Disponible en:

[fracturas-radicales-verticales-en-piezas-con-tratamiento-endodontico-aspectos-clnicos-e-imagenograficos-reporte-de-casos-clnicos \(3\).pdf](#)

19. Gómez AO. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FRACTURA DE DIENTES PERMANENTES[Tesis]. Bárbula: UNIVERSIDAD DE CARABOBO; 2019. Disponible en:
<http://www.riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/8478/1/aojeda.pdf>

20. Ortega Nuñez, C., Luis Botia, AP., Ruiz de Temiño Malo, P., de la Macorra García, JC. Técnicas de obturación en endodoncia. Rev. Esp. Endodon [Internet] 1987 [citado el 16 de marz de 2023]; 5(3): 91-104. Disponible en:[https://eprints.ucm.es/id/eprint/5069/1/Tecnicas de obturacion en endodoncia.pdf](https://eprints.ucm.es/id/eprint/5069/1/Tecnicas_de_obturacion_en_endodoncia.pdf).

21. Giudice-García A, Torres-Navarro J. Obturación en endodoncia - Nuevos sistemas de obturación: revisión de literatura. Rev Estomatol Herediana. [Internet] 2011 [citado 2023 Ene 15]; 21(3):166-174. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=421539365009>.

22. Baras BH, Melo MAS, Thumbigere-Math V, Tay FR, Fouad AF, Oates TW, et al. Nuevos selladores de conducto radicular bioactivos y terapéuticos con propiedades antibacterianas y de remineralización. *Materiales* [Internet] 2020[citado 2023 Ene 15];13(5):1096. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ma13051096>.
23. Cedeño MJ, Pinos PJ, Segovia P. Obturación del sistema de conductos radiculares. Una revisión de la literatura. *RECIAMUC* [Internet] 2020[citado 2023 Ene 15]; 4(1): pág. 253-266. Disponible en: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/429>
24. Grossman LI, Oliet S, Del Rio C. En: Grossman LI (ed.). *Endodontics*. 11a ed. Filadelfia: Lea and Febiger; 1988. p. 279.
25. Canalda C, Braun E. *Endodoncia técnicas clínicas y bases científicas*. Barcelona: Editorial Masson; 2001.
26. Rangel O, Luna, C, Téllez, A, Ley, M. Obturación del sistema de conductos radiculares: Revisión de Literatura. *Rev ADM* [internet] 2018 [citado 2023 Ene 15]; 75(5): pág. 269-272. Disponible en: [Obturación del sistema de conductos radiculares: revisión de literatura \(medigraphic.com\)](http://www.medigraphic.com).

27. Flores A., Pastenes A. Técnicas y sistemas actuales de obturación en endodoncia. Revisión crítica de la literatura. KIRU [internet] 2018 abril-jun [citado 2023 Ene 15]; 15(2): 85-93. Disponible en: <https://www.aulavirtualusmp.pe/ojs/index.php/Rev-Kiru0/article/view/1325>.
28. Alves M, Grenho L, Lopes C, Borges J, Vaz F, Vaz, I, Fernandez, M. Antibacterial Effect and Biocompatibility of a Novel Nanostructured ZnO-coated Gutta-percha Cone for Improved Endodontic Treatment. Material Science & Engineering C [internet] Nov 2018 [citado 2023 Ene 15]; 92(1): pag 840-848. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30184813/>.
29. Freire, E. Resistencia a la fractura de dientes tratados endodómicamente y obturados con 3 selladores. [internet]. [Ecuador]: Universidad Central del Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/25998/1/FOD-CPO-FREIRE%20ESTEBAN.pdf>
30. Spangberg, L; (1998). Instruments, materials and devices. En Pathways of the Pulp (Cohen y Burns editores) 7° Edición. Edit. Mosby. Missouri. Capítulo 13, pp: 452-507.
31. Orstavik, D, Mjor I. Usage test of four endodontic sealers in macaca fascicularis monkeys. Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol [Internet]. Mar 1992 [citado 2023 Ene 15];73(3):337-44. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1545966/>.

32. Concha E, Chino B, Acevedo AC, Argueta L. Efecto antibacteriano de los selladores endodónticos en los conductos radiculares. Rev Cubana Estomatol [Internet]. 2020 Sep [citado 2023 Ene 15]; 57(3):29-45. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=105137>.
33. Brasseler [Internet]. USA. Disponible en: <https://brasselerusadental.com/products/endosequence-bc-sealer>.
34. Cabrales Salgado R, Carvajal Cabrales K, Pupo Marrugo S, Hernández González DF, Gracia Bárcenas JL. Evaluación in vitro de la resistencia a la fractura en dientes con desarrollo radicular incompleto reforzados intraconducto con diferentes materiales. Invest Clin [Internet] 2012 [citado 2023 Ene 15]; 53(3): 262 – 272. Disponible en: <http://ve.scielo.org/pdf/ic/v53n3/art05.pdf>.
35. META BIOMED [Internet]. República de Korea. Disponible en: https://www.meta-biomed.com/bbs/board.php?bo_table=dental&wr_id=8.
36. Cardona Hidalgo JC. Propiedades fisicoquímicas de dos selladores a base de resina epóxica: Topseal y Adseal. Estudio comparativo [Tesis]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Odontología; 2019. Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121246X2019000200068&script=sci_abstract&tlng=es.

37. Racciatti G. Agentes selladores en endodoncia. J. Endod [Internet] Abr 203 [citado 2023 Ene 15]; 1(2): Pag 1-19. Disponible en:

<http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/1380/10-43-1>

<PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

38. Brito T, Olano T, Teixeira L, Ramos C, Kenji C. Actividad antimicrobiana y biocompatibilidad de los cementos endodónticos a base de hidróxido de calcio. Rev ADM [Internet] 2016 citado 2023 Ene 15]; 73 (2): Disponible en:

60-64. <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2016/od162c.pdf>.

39. TienDental productos dentales, S.L. [Internet]. Madrid. Disponible

en: [https://www.tiendental.com/producto/apexit-plus-sellador-canal-ivoclar-](https://www.tiendental.com/producto/apexit-plus-sellador-canal-ivoclar-vivadent/)

<vivadent/>

40. Grossman, L.; (1958). An improved root canal cement. J. Am. Dent. Assoc. 56:381-5.

41. Osorio R, Hefti A, Vertucci F, Shawley A. Cytotoxicity of endodontic materials.

J. Endod [Internet] 1998 [citado 2023 Ene 15]. 24:91-6. Disponible

en: 10.1016/S0099-2399(98)80084-

<8file:///C:/Users/Melissa%20Morel/Downloads/s0099-23992980084-8.pdf>.

42. Leyhausen G, Heil J, Reinfferscheld G, Waldman P, Geurtsen W. Genotoxicity and cytotoxicity of the epoxy resin-based root canal sealer AH Plus®. J. Endod [Internet]1999 Feb [citado 2023 Ene 15]; 25(2):109-113. Disponible en: [Genotoxicity and cytotoxicity of the epoxy resin-based root canal sealer AH plus - PubMed \(nih.gov\)](#)
43. Pertot W, Camps J, Remusat M, Proust J. In vivo comparison of the biocompatibility of two root canal sealers implanted into the mandibular bone of rabbits. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol [Internet]1992 May [citado 2023 Ene 15]; 73(5):613-20. Disponible en: [10.1016/0030-4220\(92\)90109-4.](#)
44. Torabinejad, M.; Pitt Ford, TR.; (1996). Root end filling materials. Endod. Dent. Traumat. 12:161-78.
45. Briseño B, Willershausen B. Root canal sealer cytotoxicity on human gingival fibroblasts silicone and resin-based sealers. J. Endod [Internet]Nov 1991 [citado 2023 Ene 15]; 17(11):537-40. Disponible en: [10.1016/s0099-2399\(06\)81718-8.](#)
46. ALMOHAIMEDE A, ALMANIE D, ALAATHY S, ALMADI E. Fracture Resistance of Roots Filled with Bio-Ceramic and Epoxy Resin-Based Sealers: In Vitro Study. EUR Endod J [Internet]2020[citado 2023 Ene 15]; 2: 134-7.

Disponible en: https://jag.journalagent.com/eurendodj/pdfs/EEJ-33042-ORIGINAL_ARTICLES-ALMOHAIMEDE.pdf.

47. Sağsen B, ÜSTÜN Y, Pala K, DEMİRBUĞA S. Resistance to fracture of roots filled with different sealers. Dent Mater J [Internet] 2012 [citado 2023 Ene 15]; 31(4):528-32. Disponible en: [Resistance to fracture of roots filled with different sealers - PubMed \(nih.gov\)](#).
48. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Effect of New Obturating Materials on Vertical Root Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth. J. Endod [Internet] Jun 2007 [citado 2023 Ene 15]; 33 (6): pg.732-736. Disponible en: <file:///C:/Users/Melissa%20Morel/Downloads/j.joen.2007.02.004.en.es.pdf>.
49. Arce A. EFICACIA IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN VERTICAL EMPLEANDO UN CEMENTO A BASE DE HIDRÓXIDO DE CALCIO (APEXIT) Y CEMENTO RESINOSO [internet]. [Perú]: Universidad Católica Santa María 2013, Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/198123526.pdf>.
50. Hrish A, Mathur S, Sandhu M, Sachdev. The effect of different root canal sealers on the fracture resistance of endodontically treated teeth-*in vitro* study. Dent Res J [Internet] Nov 2017 [citado 2023 Ene 15]; 14(6): 382–388. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5713061/>.

51. Dibaji F, Afkhami F, Bidkhorji B, Kharazifard M. Fracture Resistance of Roots after Application of Different Sealers. Iran Endod J [Internet] 2017 [citado 2023 Ene 15]; 12(1): 50–54. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5282379/>.
52. Nagpal A, Annapoorna BM, Prashanth MB, Prashanth NT, Singla M, et al. A Comparative Evaluation of the Vertical Root Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth using Different Root Canal Sealers: An in vitro Study. The Journal of Contemporary Dental Practice [Internet] May-June 2012 [citado 2023 Ene 15]; 13(3): 351-355. Disponible en: <https://www.thejcdp.com/doi/pdf/10.5005/jp-journals-10024-1150>.
53. Jain A, Palamara JE, Messer HH. Effect of dentinal tubules and resin-based endodontic sealers on fracture properties of root dentin. Dent Mater [Internet] Oct 2009 [citado 2023 Ene 15]; 25: 73-81. Disponible en: [Effect of dentinal tubules and resin-based endodontic sealers on fracture properties of root dentin - PubMed \(nih.gov\)](#)