

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del catálogo en línea, página web y Repositorio Institucional del CRAI-USTA, así como en las redes sociales y demás sitios web de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor, nunca para usos comerciales.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-USTA
Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

Cambios óseos observados posterior a cirugía perirradicular mediante análisis de tomografía computarizada de haz de cono con materiales biocerámicos – revision narrativa

**Diana Catalina García Mendieta
Clara Inés Ostos Pérez**

Trabajo de grado para optar por el título de Especialista en Endodoncia

Asesores científicos

**Dra. María Fernanda Serpa
Odontólogo
Especialista en Endodoncia**

**Dra. Angela María Chaves Cabrera
Odontólogo
Especialista en Endodoncia**

Asesor metodológico

**Dr. Oscar Mauricio Jiménez
Doctor en Salud Pública**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga
División de Ciencias de la Salud
Especialización en endodoncia
2021**

Contenido

Introducción	7
1. Formulación del problema.....	8
1.1 Planteamiento del problema.....	8
1.2 Pregunta de investigación.....	9
2. Justificación.....	9
3. Marco teórico.....	10
3.1 Cirugía perirradicular	10
3.2 Materiales biocerámicos en endodoncia	10
3.2.1 Clasificación de los biocerámicos de última generación.....	10
3.2.2 Propiedades de los materiales biocerámicos.	12
3.3 Cicatrización ósea	14
3.3.1 Fase inflamatoria.	14
3.3.2 Fase tardía.....	14
3.3.3 Fase proliferativa.	14
3.3.4 Fase de diferenciación o reconstrucción celular.....	14
3.4 Tomografía computarizada de haz de cono (CBCT)	14
3.4.1 Uso en endodoncia.	15
3.4.2 Uso en cirugía perirradicular.	16
4. Objetivos	16
4.5 Objetivo general	16
4.6 Objetivos específicos.....	16
5. Aspectos metodológicos	16
5.1 Tipo de estudio.....	16
5.2 Objeto de estudio.....	16
5.3 Población de estudio.....	16
5.4 Unidad de análisis	17
5.5 Criterios de selección	17
5.5.1 Criterios de inclusión.....	17
5.5.2 Criterios de exclusión	17
5.6 Operacionalización de las variables	17
5.7 Procedimiento.....	17
5.7.1 Pregunta problema.....	18
5.7.2 Fuentes de información y estrategias de búsqueda.....	18
5.7.3 Selección de los estudios.	18
5.8 Aspectos éticos.....	24
5.9 Análisis de datos.....	24
5.9.1 Conducción del Estudio.....	24
6. Resultados	24
7. Discusión.....	28
8. Conclusiones	31
9. Recomendaciones	31
Referencias.....	32

Lista de tablas

Tabla 1. Con fines didácticos se explica cada una de las columnas del cuadro que hacen parte del proceso de operacionalización de las variables.	17
Tabla 2. Términos principales de búsqueda.....	18
Tabla 3. Estrategia de búsqueda en Pubmed.....	20
Tabla 4. Estrategia de búsqueda en Scielo.....	20
Tabla 5. Estrategia de búsqueda en Epistemonikos	21
Tabla 6. Estrategia de búsqueda en Lilacs	21
Tabla 7. Estrategia de búsqueda en Cochrane	21
Tabla 8. Artículos excluidos y las razones de su exclusión	22
Tabla 9. Evaluación de calidad y riesgo de sesgo.....	28

Lista de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo a través de las diferentes fases de una revisión sistemática.	19
Figura 2. Diagrama de flujo de búsqueda y selección de artículos.....	23
Figura 3. Evaluación del riesgo de sesgo de los ensayos clínicos aleatorizados según la herramienta RoB2 de Cochrane.	28

Resumen

Background Cone beam computer tomography (CBCT) has been documented to assess repair during follow-up after periradicular surgery by observing the evolution of hypodense to hyperdense images that determine the shrinkage of existing periradicular lesions. Objective: To determine by means of a narrative review the bone changes observed in patients undergoing periradicular surgery with bioceramic materials by means of CBCT analysis. Methodology: A search strategy was designed from 2011 to 2021, for studies in patients treated with periradicular surgery and state-of-the-art bioceramic materials that evaluated bone changes by CBCT analysis, in English, Spanish and Portuguese; articles published in PubMed, Lilacs, Epistemonikos, Cochrane, Scopus, Web Of Science and Embase were included. The evaluation of methodological quality, risk of bias and data extraction were performed independently and in duplicate. Results: Of the 22 potentially eligible articles, 13 were excluded according to the established selection criteria, obtaining 9 publications. The randomized clinical studies, observational studies and case reports, all evaluated with CBCT, showed a success rate of periradicular surgeries higher than 70%, favoring bone healing. The overall analysis favored the latest generation bioceramic materials. These results are based on few trials with small sample sizes, relatively short follow-ups and with high risk of bias, therefore, they should be considered with caution. Conclusions: Bioceramic materials are an excellent alternative for apical obturation and the most commonly used in periradicular surgery and reported in the scientific literature were EndoSequence® and Biodentine®, however these studies showed a moderate to high risk of bias, therefore these results should be assumed with caution.

Key words. Periradicular surgery, bone healing, bioceramic cements.

Abstract

Antecedentes: La tomografía volumétrica de haz de cono (CBCT) se ha documentado para evaluar la reparación durante el seguimiento posterior a la cirugía perirradicular mediante la observación de la evolución de imágenes hipodensas a hiperdensas que determinan la disminución de lesiones perirradiculares existentes. **Objetivo:** Determinar mediante una revisión narrativa los cambios óseos observados en pacientes sometidos a cirugía perirradicular con materiales biocerámicos por medio del análisis de CBCT. **Metodología:** Se diseñó una estrategia de búsqueda del 2011 al 2021, para estudios en pacientes tratados con cirugía perirradicular y materiales biocerámicos de última generación que evaluaran los cambios óseos mediante el análisis de CBCT, en idiomas inglés, español y portugués; se incluyeron artículos publicados en PubMed, Lilacs, Epistemonikos, Cochrane, Scopus, Web Of Science y Embase. La evaluación de la calidad metodológica, riesgo de sesgo y la extracción de datos se realizaron de forma independiente y por duplicado. **Resultados:** De los 22 artículos potencialmente elegibles, 13 fueron excluidos según los criterios de selección establecidos, obteniendo 9 publicaciones. Los estudios clínicos aleatorizados, los observacionales y los reportes de caso, todos evaluados con CBCT, mostraron una tasa de éxito de las cirugías perirradiculares mayores al 70%, favoreciendo la cicatrización ósea. El análisis global favoreció a los materiales biocerámicos de última generación. Estos resultados se basan en pocos ensayos con tamaños de muestra pequeñas, seguimientos relativamente cortos y con alto riesgo de sesgo, por lo tanto, deben considerarse con precaución. **Conclusiones:** Los materiales biocerámicos son una excelente alternativa para la obturación apical y los más utilizados en cirugía perirradicular y reportados en la literatura científica fueron EndoSequence® y Biodentine®, sin embargo, estos estudios mostraron un riesgo de sesgo de moderado a alto, por tanto, estos resultados deben asumirse con precaución.

Palabras claves. Cirugía perirradicular, cicatrización ósea, cementos biocerámicos.

Introducción

La periodontitis apical es una inflamación y destrucción de los tejidos perirradiculares que ocurre principalmente por un resultado de la infección microbiana dentro del conducto radicular (1). Se ha reportado la prevalencia de periodontitis apical después de la endodoncia entre un 33% al 60% (2). Estos resultados, asociados al fracaso del tratamiento endodóntico primario, persistencia radiográfica de la lesión y/o signos y síntomas clínicos después del tratamiento ortógrado, llevan a presentar la cirugía perirradicular como una alternativa terapéutica viable y confiable (3). CBCT resulta ser un método de diagnóstico preciso para identificar lesiones periapicales y proporcionar información de diagnóstico esencial para su manejo (4). Las tasas de éxito publicadas de cirugía endodóntica suelen oscilar entre el 59% y el 97% y las variables identificadas que afectan el resultado del tratamiento quirúrgico incluyen el sexo del paciente, edad, tipo de diente, síntomas preoperatorios, complicaciones posoperatorias, tiempo de cicatrización posoperatoria, tamaño de la lesión periapical y el material de obturación del ápice (5).

Actualmente para este tratamiento se cuenta con los biocerámicos recientemente introducidos en endodoncia, son materiales inorgánicos, biocompatibles y no metálicos que se obtienen mediante el calentamiento de minerales crudos a altas temperaturas (6). Tienen mejor capacidad de selle, actividad antibacteriana y antifúngica aplicada para su uso en medicina y odontología. Poseen la capacidad de funcionar como tejidos humanos o de reabsorberse y estimular la regeneración de los tejidos naturales. Incluyen alúmina y zirconia, vidrio bioactivo, vitrocerámica, silicatos de calcio, hidroxiapatita y fosfatos de calcio reabsorbibles (6).

Para realizar seguimiento posterior a la cirugía perirradicular se ha documentado la tomografía volumétrica de haz de cono (CBCT) evaluando la reparación, mediante la observación de la evolución de imágenes hipodensas a hiperdensas que determinan la disminución de lesiones perirradiculares existentes(4). Esta revisión narrativa se realiza con el objetivo de determinar los cambios óseos observados en pacientes sometidos a cirugía perirradicular sellados con materiales biocerámicos por medio del análisis de tomografía computarizada de haz de cono.

1. Formulación del problema

1.1 Planteamiento del problema

La terapia endodóntica consiste en el selle tridimensional del conducto radicular, con el fin de impedir la penetración de bacterias y sus productos derivados a los tejidos perirradiculares mediante la descontaminación del mismo para crear un ambiente en el que pueda ocurrir la cicatrización perirradicular (7). El fracaso del tratamiento endodóntico se puede determinar sobre la base de los signos y síntomas clínicos y los hallazgos radiográficos del diente tratado. La evidencia científica muestra que muchos factores se consideran responsables del fracaso en el tratamiento endodóntico; esto incluye tejido pulpar necrótico residual, presencia de infección perirradicular, enfermedad periodontal, fracturas radiculares, instrumentos fracturados, perforaciones mecánicas, sobreobtusión del conducto, conductos obturados inadecuadamente o sin obturar (8–10).

Según el tipo de diente, el estudio realizado en 90 pacientes por Azhar Iqbal evidenció que los fracasos endodónticos se observaron en molares superiores (44.4%), molares mandibulares (20%) y premolares maxilares (15.5%) (11). El tratamiento de endodoncia realizado por los odontólogos generales mostró la mayor tasa de fracaso (78,8%) y entre los factores responsables de las fallas endodónticas están los conductos mal obturados (33.3%), y los conductos no obturados (17.7%) (11).

Cuando la endodoncia convencional no cumple con su objetivo o la enfermedad y síntomas persisten después del tratamiento, puede ser necesaria una cirugía perirradicular para mantener el diente en boca (7). La microcirugía endodóntica combina la magnificación y la iluminación, con el uso adecuado de micro-instrumentos para realizar un abordaje microquirúrgico de la zona periapical afectada, lo que conduce a quitar hueso vestibular, a veces intacto, para localizar con precisión los ápices radiculares de un diente infectado (12,13). Luego, se realiza el debridamiento quirúrgico del tejido perirradicular patológico, seguido de la apicectomía y selle hermético del conducto a 3mm aproximadamente con materiales biocerámicos, con el objetivo de crear condiciones óptimas para la reparación del tejido periapical que rodea al diente (12).

Los biocerámicos son materiales con biocompatibilidad excelente, buena capacidad de sellado, y no se ven afectados por la contaminación con sangre y fluidos perirradiculares, (14) además mejoran la proliferación celular y promueven la mineralización (15). Entre los materiales biocerámicos se incluyen el óxido de aluminio (alúmina) y el óxido de zirconio (circonia), los cristales bioactivos, los silicatos de calcio, la hidroxiapatita y los fosfatos de calcio reabsorbibles (16).

La evaluación de los cambios óseos posterior a una cirugía perirradicular con materiales biocerámicos utilizando una tomografía computarizada de haz de cono permite determinar si se está cumpliendo con el objetivo principal, eliminando la contaminación bacteriana de los tejidos perirradiculares y fomentando su reparación y regeneración tisular (17).

1.2 Pregunta de investigación

¿A través de una revisión de literatura, determinar cuáles son los cambios óseos observados mediante el análisis de tomografía computarizada de haz de cono con materiales biocerámicos en pacientes sometidos a cirugía perirradicular?

2. Justificación

Para los dientes tratados endodónticamente con lesiones, síntomas o signos periapicales persistentes, la cirugía perirradicular es una opción, varios estudios epidemiológicos han sugerido que del 33 al 60% de los dientes tratados con endodoncia presentan periodontitis apical (18). El objetivo principal de la cirugía perirradicular después de la resección apical es sellar el sistema de los conductos radiculares, permitiendo así la reparación al formar una barrera entre los irritantes dentro de la raíz afectada y los tejidos periapicales (19). El éxito de la cirugía perirradicular generalmente se determina con radiografías de seguimiento y exámenes clínicos; que muestren que la radiolúcidez periapical previa ha desaparecido y corroborar ausencia de signos y síntomas clínicos (19).

Recientemente, la tomografía computarizada de haz de cono (CBCT) ha resultado útil para medir la densidad ósea antes y después del tratamiento endodóntico (20). Por lo tanto, CBCT se puede utilizar para evaluar los cambios óseos periapicales después del tratamiento del conducto radicular y la cirugía endodóntica. Siendo una forma efectiva y segura de producir información en 3D de dientes individuales y estructuras adyacentes (21).

Según lo documentado por Friedman S y colaboradores en el 2005 y 2010, existe una variabilidad de éxito en la cirugía perirradicular que oscila entre el 37% y el 91% (22) y la cicatrización completa se observa entre el 37% al 96% en las lesiones tratadas endodónticamente después de 1 a 2 años de la cirugía perirradicular (5). El amplio rango y la inconsistencia de los resultados pueden deberse a la variación en la planificación del tratamiento, técnica quirúrgica, metodología y seguimiento posterior (23). La microcirugía endodóntica se introdujo y recomendó en la década de los noventa con equipo y material avanzado, lo cual mejoró la tasa de cicatrización en un 80 a 90% de los casos después de 1 a 2 años de seguimiento (24). Además de los avances en instrumentos, materiales, técnicas quirúrgicas y la elección adecuada de los casos también es importante para el éxito (24).

El material usado para el selle apical debe ser biocompatible, dimensionalmente estable, no reabsorbible, radiopaco y debe inducir cementogénesis. El agregado de trióxido mineral (MTA) ha sido el material óptimo para usar debido a sus propiedades biológicas favorables y sus altas tasas de éxito (25). Sin embargo, algunos estudios revelan desventajas relativas para el uso de MTA en el selle apical, incluida la dificultad para mezclar y manipular, un tiempo de fraguado prolongado, sensibilidad técnica, desalojo y pigmentación de la estructura dentaria (26). Por lo cual, se introdujeron materiales con base de silicato tricálcico sin aluminio, los cuales superan las debilidades del MTA como la pigmentación de la estructura dentinaria, el fácil desalojo y la difícil manipulación; pero conservan las propiedades deseables entre estas un manejo más fácil, un tiempo de fraguado más corto, además de su bioactividad, que se considera un sustituto de la capacidad de unión ósea (27).

La elaboración de esta revisión narrativa dispondrá información reciente con base en la evidencia científica sobre los cambios óseos logrados a través del tiempo con materiales biocerámicos de última generación utilizados en cirugía perirradicular evaluados mediante el análisis de tomografía computarizada de haz de cono.

3. Marco teórico

3.1 Cirugía perirradicular

El objetivo de la cirugía perirradicular es mantener un diente en boca, por una lesión endodóntica que no puede resolverse con un retratamiento endodóntico convencional. Por lo tanto, es importante realizar un examen clínico y radiográfico exhaustivo del diente antes de la cirugía (incluidos los dientes adyacentes y opuestos), para determinar si se debe considerar el tratamiento quirúrgico o no (28).

El microscopio quirúrgico en la cirugía perirradicular permite la inspección del campo quirúrgico a gran aumento con una iluminación excelente y enfocada, detección de microestructuras (canales adicionales, istmos) e integridad de la raíz (grietas, fracturas, perforaciones), distinción entre hueso y raíz, e identificación de estructuras anatómicas adyacentes importantes (29).

3.2 Materiales biocerámicos en endodoncia

Los biocerámicos recientemente introducidos en endodoncia, son materiales inorgánicos no metálicos fabricados por el calentamiento de minerales en bruto a altas temperaturas (30). Dependiendo del material descrito incluyen silicato tricálcico o dicálcico, son biocompatibles, con una capacidad de sellado mejorada, y una actividad antibacteriana y antifúngica aplicada para su uso en medicina y odontología. Tienen la capacidad de funcionar como tejidos humanos y estimular la regeneración de los tejidos naturales (31).

3.2.1 Clasificación de los biocerámicos de última generación.

3.2.1.1 Según su comportamiento. (a) Bioinerte: Son materiales que no interactúan con los tejidos. Entre ellos están la alúmina y la zirconia, (b) Bioactivo: Interactúa con el tejido circundante y tienen propiedades osteoinductores y osteoconductoras. Aquí se encuentran la hidroxiapatita, y silicatos de calcio. (c) Biodegradable: Soluble o reabsorbible, mejora la resorción de reemplazo del material por los tejidos del huésped cuando la tasa de resorción se correlaciona con la tasa de regeneración. Ejemplos de este grupo de materiales son el fosfato de calcio (27,32).

3.2.1.2 Según su composición.

3.2.1.2.1 Con base en silicato de calcio. (1) Biodentine®. El material utiliza la tecnología de cemento con base en silicato tricálcico y mejora alguna de sus propiedades, como la calidad física y el manejo (6). La reacción de fraguado de Biodentine® forma un gel de silicato de calcio hidratado e hidróxido de calcio. Sin embargo, el carbonato de calcio actúa como un sitio de nucleación para el gel de hidrato de silicato de calcio, reduciendo así la duración del período de inducción, lo que lleva a un tiempo de fraguado más rápido y mejora la microestructura. El

polímero hidrosoluble reduce la viscosidad del cemento y mejora la manipulación (33). El tiempo de trabajo de Biodentine® es de hasta 6 minutos con un período de fraguado inicial de 9-12 minutos y un tiempo de fraguado final de 45 minutos. Este tiempo de fraguado más corto es una mejora en comparación con otros materiales de silicato de calcio (34).

3.2.1.2.2 Mezcla de silicatos y fosfatos de calcio. (1) *Bioaggregate*. Está compuesto de silicato tricálcico del tamaño de nanopartículas, óxido de tantalio, fosfato de calcio y dióxido de silicio. El silicato tricálcico es la fase del componente principal, el óxido de tantalio se agrega como radiopacificante y está libre de aluminio (35). BioAggregate no contiene aluminio, tiene aditivos como fosfato de calcio y dióxido de silicio, es biocompatible, tiene capacidad de sellado, resistencia a la fractura y a los ácidos. Además ejerce un potencial para inducir la diferenciación y mineralización odontoblástica en el recubrimiento pulpar (36).

(2) *Ceramicrete*. Es una cerámica de fosfato autoajutable que fragua en condiciones ambientales formadas por la reacción ácido-base entre un fosfato ácido y un óxido metálico básico soluble (6). Se ha creado un material óseo biocompatible, radiopaco, a base de Ceramicrete, incorporando polvo de hidroxiapatita y relleno radiopaco de óxido de cerio en la cerámica de fosfosilicato. Este material tiene un tiempo de fraguado inicial de 6 min y un tiempo de fraguado final de 12 min, su capacidad de sellado es favorable. (37).

(3) *EndoSequence Root Repair Material (ERRM®)*. Material biocerámico que consiste en silicato de calcio, fosfato de calcio monobásico y óxido de zirconio, es radio opaco, biocompatible y bioactivo, su alto pH contribuye a su actividad antimicrobiana. Se ha demostrado que tiene una citotoxicidad y capacidad insignificantes para inducir la expresión de citoquina (38). Es un material adecuado para cirugía endodóntica, mostrando resultados favorables, cuando se utiliza como agente de recubrimiento pulpar, sus recomendaciones de uso incluyen la formación de barreras apicales en formación radicular incompleta, y reparación de perforaciones (17).

Este material fragua en presencia de humedad, no se contrae y según el fabricante tiene un tiempo de trabajo de más de 30 minutos y un tiempo de fraguado de alrededor de 4 horas en condiciones normales, pero el fraguado final puede tardar hasta 12 horas. Sin embargo, en un estudio in vitro se encontró que el tiempo de fraguado fue mucho más largo que el reportado por el fabricante ya que este material no endureció por completo en un lapso de 48 horas (38).

Se ha demostrado que las porosidades en los materiales a base de silicato de calcio pueden atrapar componentes de la sangre y causar la decoloración del material; por lo tanto, estos materiales deben ser empleados después de alcanzar una hemostasia completa para disminuir el riesgo de pigmentación (38). Endosequence ERRM®, tanto en masilla como en pasta es bioactivo, debido a que es capaz de precipitar cristales de apatita después de exponerse al fluido tisular, presenta capacidad de inducir diferenciación de odontoblastos. Asimismo, estos materiales presentan propiedades antimicrobianas contra *Enterococcus faecalis* y antifúngicas (39).

(4) *Bio C Repair* de Angelus®. Está disponible en una sola jeringa, contiene aluminato de calcio, óxido de calcio, óxido de zirconio, óxido de hierro, dióxido de silicio y agente dispersante en su composición. Este material presenta un tiempo de trabajo de 60 minutos y un tiempo de fraguado de 120 minutos (2 horas) tras la introducción en el conducto o área apical, de acuerdo con la norma ISO 6876. En cuanto a su manejo es importante secar la zona sin resecar

excesivamente; ya que la humedad inicia la reacción de fraguado del material, su alcalinidad al igual que la radiopacidad (7 mm de la escala de aluminio) de acuerdo con la norma ISO 6876 es alta, su pH es de 12,5, no presenta contracción de fraguado (40).

3.2.2 Propiedades de los materiales biocerámicos. Los materiales que se utilizan como selle en cirugía perirradicular, deben bloquear las vías de comunicación entre el sistema de conductos radiculares y los tejidos circundantes para garantizar el éxito del tratamiento a largo plazo. Por lo tanto, el criterio para la elección de un material se ha vuelto integral e incluye las siguientes características:

Permite un mejor cierre hermético entre el sistema del conducto radicular y el periodonto (41). La adición del cloruro de calcio en la Biodentine®, da como resultado un fraguado rápido entre 9-12 minutos y mejora las propiedades de manipulación y la resistencia (42). Kokate y Pawar evaluaron la microfiltración de la Biodentine® cuando se usa como material de retro-obturación y concluyeron que, este material mostró la menor microfiltración en comparación con otros materiales utilizados (43). Endosequence ERRM® tiene un tiempo de trabajo de más de 30 minutos aproximadamente, un tiempo de fraguado de 4 horas y se requiere presencia de humedad para que el material se endurezca (44). Para BC Repair de Angelus® el tiempo de fraguado dependerá de la presencia de humedad en el sitio de aplicación, dando como resultado un tiempo menor o igual a 120 minutos, correspondiente a un tiempo de fraguado más lento comparado con los materiales biocerámicos anteriormente nombrados (45).

3.2.2.2 PH alcalino alto y liberación de iones de calcio. Estimulan la mineralización en el proceso de cicatrización del tejido duro. Además estas propiedades inducen una necrosis limitada de células resortivas en la superficie de la raíz y eliminan la actividad biológica de los lipopolisacáridos (46). Damas y col, reportan que los materiales biocerámicos alcanzan un pH de 12,8 durante el tiempo de colocación, y en un período de 7 días el pH disminuye constantemente (47). Sulthan llevó a cabo un estudio en el cual se evaluó el pH y la liberación de iones de calcio de la Biodentine® cuando se utilizan como material de obturación en zona apical y concluyó que este material presentaba un pH alcalino y una capacidad para liberar iones de calcio (48). Se ha reportado que el valor de pH del Endosequence ERRM® es 12.4, equivalente a un pH altamente alcalino, responsable de su capacidad antibacteriana durante la reacción de fraguado (44). BC Repair de Angelus® presenta un pH de 12.0, el cual demuestra que la adición de óxido de zirconio al material de silicato de calcio aumenta la resistencia a la compresión y promueve una mayor actividad antimicrobiana induciendo proliferación celular (45).

3.2.2.3 Alta radiopacidad y flujo moderado. La radiopacidad es una propiedad física esencial que permite ver el material endodóntico a través de un examen tomográfico o radiográfico para comprobar la calidad de la obturación. De acuerdo con las normas internacionales, la radiopacidad debe tener un espesor de aluminio equivalente ≥ 3 mm; sin embargo, algunos materiales de obturación en el mercado no cumplen con este requisito. Biodentine® presenta baja radiopacidad a pesar de la presencia de óxido de Zirconio, siendo esto una limitación para el biocerámico. Esta escasa radiopacidad dificulta la visualización de la obturación retrógrada cuando se utilizan pequeñas cantidades de material. Además, aumenta el riesgo de dejar algo de material en la cavidad ósea (49). Endosequence ERRM® presenta una radiopacidad de 3,83 mm de aluminio, que, aunque no es alta, cumple con lo establecido por las normas internacionales y permite la correcta visualización de la obturación (40).

3.2.2.4 Baja porosidad y solubilidad. La cantidad de porosidad en el cemento mixto está relacionada con la cantidad de agua agregada para hacer una pasta de cemento, el atrapamiento de burbujas de aire durante el procedimiento de mezcla y el valor de pH ácido ambiental (50). Cuanto menor es la porosidad, mayor es la resistencia mecánica. La solubilidad es otro factor en la evaluación de la idoneidad de los materiales utilizados como materiales de restauración en odontología. La falta de solubilidad es una característica deseada para los materiales de obturación del ápice radicular y los materiales utilizados para la reparación de perforaciones (15). Biodentine® tiene un tamaño de partícula reducido, además del uso de aditivos para reducir la porosidad. Cuenta con la presencia de óxido de zirconio como radiopacificante que tiene un tamaño de partícula menor y un mayor llenado de los espacios ocupados por el silicato cálcico. Además, cuenta con policarboxilato en su composición para favorecer la manipulación e inserción del cemento. Sin embargo, tiene un efecto tensoactivo que puede incrementar la solubilidad del material, al aumentar la solubilidad y puede haber una mayor desintegración del material (49). Por otro lado, el material Bio C Repair de Angelus® muestra un tamaño de partícula menor de 2 micras. La micronización mejora las propiedades reológicas del producto, favoreciendo la penetración en los túbulos dentinarios. El tamaño de partícula reducido, hace al producto más reactivo, lo que favorece la liberación más rápida de los iones de calcio e iones hidroxilo; asociados al proceso de cicatrización de lesiones endodónticas (45).

3.2.2.5 Biocompatibilidad y estimulación de la biomineralización. Un biomaterial utilizado en endodoncia debe estimular y modular el proceso de biomineralización para generar una reparación adecuada del margen de un defecto, de modo que la barrera recién formada de tejido mineralizado pueda proteger el conducto radicular de bacterias y toxinas (51). Es probable que la biomineralización facilite la cicatrización en la interfase material-tejido, lo que resulta en la elevación del pH local, la liberación de iones minerales y la formación de estructuras similares a apatita (52). Aunque la información acumulada hasta ahora con respecto a la biocompatibilidad de Biodentine® es bastante limitada, los datos disponibles generalmente están a favor del material en términos de su falta de citotoxicidad y aceptabilidad tisular (33). En un estudio realizado por Zhou et al (53), encontraron que Biodentine® era menos tóxica en un período de observación de 1 y 7 días. A pesar de la topografía de la superficie cristalina e irregular de Biodentine® se determinó que la adhesión celular y el crecimiento eran más favorables. Al estudiar la biocompatibilidad presentada por Endosequence ERRM®, Treviño A y col, encontraron un infiltrado leve de células inflamatorias en las muestras adquiridas a las 24 horas, así como la presencia de células inmunoreactivas a las citocinas proinflamatorias IL-1 beta y TNF-alfa, por lo contrario en las muestras obtenidas a los 7 días no se observó presencia de células inflamatorias, concluyendo que este biocerámico presenta una buena biocompatibilidad (54). Benetti y col, evaluaron la citotoxicidad, biocompatibilidad y biomineralización de Bio C Repair de Angelus® el cual indujo una mayor viabilidad celular, lo que demuestra su excelente citocompatibilidad. En cuanto a la respuesta de los tejidos, los materiales que contienen óxido de zirconio generan menos inflamación, por lo que óxido de zirconio añadido al silicato de calcio puede estar asociado con la significativa regresión de la inflamación (45).

3.2.2.6 Actividad antibacterial. El tratamiento del conducto radicular reduce, pero generalmente no elimina todos los micro-organismos y se ha encontrado su persistencia en los túbulos dentinarios, canales laterales y ramificaciones apicales después del tratamiento del conducto radicular (55). Por lo tanto, se considera beneficioso que los materiales endodónticos que están sellando permanentemente el conducto radicular tengan actividad antibacteriana duradera

(56). Özyürek T y col (57), mostraron que Biodentine® presenta actividad antimicrobiana contra *E. coli* y *S. aureus* e informaron que este material no tiene actividad antimicrobiana contra *S. mutans*. Endosequence ERRM® comúnmente muestra actividad antibacteriana debido a la reacción de hidróxido de calcio, que es bactericida contra bacterias Gram negativas a través del daño de la membrana bacteriana o el ADN y proteínas de desnaturalización (58).

3.3 Cicatrización ósea

Los principios generales de cicatrización, los eventos celulares y moleculares observados en sitios no orales también se aplican a los procesos de cicatrización que tienen lugar después de la cirugía perirradicular y/o periodontal. La lesión traumática causa daño capilar y hemorragia, como resultado se forma un coágulo de sangre, respuesta inmediata a cualquier trauma (59). El coágulo tiene dos funciones: protege temporalmente los tejidos desnudos; y sirve como matriz provisional para la migración celular. El coágulo tiene todos los componentes celulares de la sangre en una matriz de fibrina, fibronectina plasmática, vitronectina y trombosporina (60). La formación de coágulos va seguida de 4 etapas: inflamatoria, tardía, proliferativa y fase de diferenciación o reconstrucción celular.

3.3.1 Fase inflamatoria. A las pocas horas de la lesión, las células inflamatorias pueblan el coágulo, limpian la herida de bacterias y tejido necrótico mediante fagocitosis, liberación de enzimas y productos oxigenados tóxicos (61). Los agregados de glóbulos rojos se entremezclan libremente en una red de fibrina organizada a las 6 horas.

3.3.2 Fase tardía. A los 3 días, los macrófagos migran al área de la herida y secretan mediadores polipeptídicos como la bradicinina y calidina que se dirigen a las células involucradas en el proceso de cicatrización (61). El macrófago juega un papel importante en la formación de tejido de granulación y estos recubren la superficie de la dentina.

3.3.3 Fase proliferativa. Los factores de crecimiento y las citocinas secretadas por los macrófagos están involucrados en la proliferación y migración de fibroblastos, células endoteliales y células de músculo liso hacia el área de la herida (59). Los fibroblastos responsables del reemplazo de la matriz extracelular provisional producen una nueva matriz rica en colágeno (59). Aproximadamente 1 semana después de la herida y una vez que se ha sintetizado la matriz de colágeno, algunos fibroblastos se transforman en miofibroblastos y expresan actina de músculo liso α , esta transformación y síntesis es responsable de la contracción de la herida (62).

3.3.4 Fase de diferenciación o reconstrucción celular. La epitelización de la herida se inicia pocas horas después de la lesión, las células epiteliales de la capa basal proliferan y migran a través del coágulo de fibrina y finalmente se sella la herida en el epitelio (60). Se observa tejido conectivo rico en células estrechamente adaptado a la superficie de la dentina a los 7 días después del cierre de la herida. La maduración del tejido de granulación conducirá a la regeneración o reparación de los tejidos lesionados.

3.4 Tomografía computarizada de haz de cono (CBCT)

Se presenta como una modificación de la tomografía computarizada (TC) convencional y ha ganado una amplia aceptación en odontología en los últimos 5 años, debido a que genera datos tridimensionales (3D) con una dosis y radiación más baja y una resolución espacial más alta que

la CT convencional (63). Recientemente, los avances en software han permitido optimizar los escáneres CBCT mediante mejoras que reducen la dosis de radiación, como la incorporación de un pequeño campo de visión (FOV), exposición a radiación pulsada y colimación. Además, la exposición a CBCT debe estar clínicamente justificada para cada paciente según el principio de mantener la dosis de radiación tan baja como sea razonablemente posible (63). Existe en el mercado aparatos con diferentes tamaños de FOV, por lo tanto, algunos exámenes pueden cubrir el maxilar, la mandíbula, ambas, o todo el complejo craneofacial. El tamaño medio del FOV para el análisis complejo craneofacial gira alrededor de 14cm, siendo que a mayor tamaño se aumenta la radiación a los pacientes (64).

Los vóxeles son las unidades tridimensionales (alto x ancho x profundo) de volumen utilizadas para el CBCT, lo que permite obtener medidas geométricas exactas en todos los planos posibles (65). CBCT utiliza un detector 2D obteniendo la misma alta resolución en el corte longitudinal (dirección del eje del cuerpo) y el corte lateral (dirección transversal) (65). En las imágenes CBCT, los vóxeles determinan la resolución y oscilan entre 0,4 mm³ y 0,075 mm³. Esta resolución espacial superior es una de las cualidades más atractivas de las imágenes CBCT y es en gran parte el resultado de la tecnología de pantalla plana.

3.4.1 Uso en endodoncia. La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se ha utilizado en odontología por su amplia capacidad clínica para obtener imágenes tridimensionales (3D). Petersson y col. informaron que las imágenes CBCT son una herramienta de diagnóstico más sensible y precisa que las herramientas de imágenes convencionales, especialmente para los casos de endodoncia. Sin embargo, algunos autores afirman que los dientes tratados con endodoncia muestran la presencia de muchos artefactos cuando se utilizan dispositivos CBCT. Estos artefactos son causados por materiales de alta densidad utilizados en el tratamiento de endodoncia (es decir, selladores de conductos radiculares, conos de gutapercha, etc.). Además, la configuración de los dispositivos CBCT como kVp, mA, tamaños de vóxeles y campo de visión (FOV) pueden afectar la visibilidad y el diagnóstico en la obturación de los conductos radiculares cuando se utilizan diferentes materiales. El fenómeno del endurecimiento del haz, una de las principales causas de artefactos en la endodoncia, puede generar rayas oscuras, halos hipodensos y distorsión del volumen que podrían mostrar la forma del material de manera imperfecta. (66). Debido a que la CBCT proporciona imágenes tridimensionales de estructuras dentales y maxilofaciales, comenzó a introducirse para evaluar las lesiones óseas periapicales y su reparación después del tratamiento quirúrgico de endodoncia. Además ha demostrado ser una ayuda de diagnóstico prometedora para casos de endodoncia complejos, incluida la detección y visualización de conductos adicionales, conductos laterales, perforaciones, obturaciones, forma del conducto, fracturas radiculares verticales, reabsorciones radiculares y lesiones apicales (67). Las imágenes CBCT de alta resolución, el campo de visión limitado y los tamaños pequeños de vóxeles proporcionan a los odontólogos una mejor visualización de la longitud completa del conducto radicular (68).

En general, cuanto menor sea el volumen de escaneo, mayor será la resolución espacial de la imagen. Como el primer signo de patología periapical es la discontinuidad en la lámina dura y el ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal, es deseable que la resolución óptima de cualquier sistema de imágenes CBCT utilizado en endodoncia no exceda los 200 µm, el ancho promedio del espacio del ligamento periodontal (69).

3.4.2 Uso en cirugía perirradicular. CBCT resulta ser un método de diagnóstico preciso para identificar lesiones periapicales y proporcionar información de diagnóstico esencial para el manejo de este problema endodóntico. (4). Para obtener una lectura precisa, se debe escanear toda la densidad en busca del área más hipodensa o hiperdensa. Se ha documentado el uso de imágenes CBCT para la evaluación posoperatoria en cirugía perirradicular evaluando los resultados de reparación por la presencia o ausencia de estas imágenes hipo o hiperdensas, midiendo el tamaño de la lesión persistente, mediante la cual se hace un seguimiento. Si aún presenta imagen hipodensa se concluirá que aún no ha terminado la reparación o que el tratamiento no fue exitoso, por el contrario si la imagen observada es hiperdensa se podría concluir que se obtuvo un buen resultado después de la cirugía apical y que se ha tenido una reparación ósea exitosa (4)

4. Objetivos

4.5 Objetivo general

Determinar mediante una revisión narrativa los cambios óseos observados en pacientes sometidos a cirugía perirradicular con materiales biocerámicos por medio del análisis de tomografía computarizada de haz de cono.

4.6 Objetivos específicos

- Identificar los materiales biocerámicos más frecuentemente utilizados en cirugía perirradicular y reportados en la literatura científica.
- Describir los cambios óseos observados posterior a la cirugía perirradicular mediante el análisis de tomografías computarizadas de haz de cono reportado en la literatura científica.
- Describir la evidencia científica disponible con respecto a los cambios óseos producidos por la utilización de los biocerámicos en la cirugía perirradicular.

5. Aspectos metodológicos

5.1 Tipo de estudio

Revisión narrativa

5.2 Objeto de estudio

Cambios óseos observados mediante el análisis de tomografía computarizada de haz de cono con materiales biocerámicos en pacientes que han sido sometidos a cirugía perirradicular.

5.3 Población de estudio

Estudios descriptivos, analíticos y experimentales que describan el uso de materiales biocerámicos en cirugía perirradicular evaluados con tomografía computarizada de haz de cono e indexados en las bases de datos (Pubmed, Lilacs, Epistemonikos, Cochrane, Scopus, Web Of Science, Embase)

5.4 Unidad de análisis

Cambios óseos, biocerámicos, cirugía.

5.5 Criterios de selección

5.5.1 Criterios de inclusión

- Estudios en pacientes tratados con cirugía apical y materiales biocerámicos de última generación.
- Estudios analíticos.
- Estudios experimentales y cuasiexperimentales.
- Estudios que evalúen los cambios óseos mediante el análisis de tomografía computarizada de haz de cono.
- Estudios descriptivos.
- Estudios publicados en los últimos 10 años en idiomas inglés, español y portugués.

5.5.2 Criterios de exclusión

- Estudios in vitro, ex vivo.
- Estudios en animales.

5.6 Operacionalización de las variables

Tabla 1. Con fines didácticos se explica cada una de las columnas del cuadro que hacen parte del proceso de operacionalización de las variables.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	NATURALEZA	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE	VALORES QUE ASUME
Título artículo	Nombre del artículo seleccionado	Título del artículo	Cualitativa	Politómica	Nominal	Título del artículo
Primer autor	Persona que ha realizado una obra científica, literaria o artística.	Apellido y primera letra del nombre del primer autor del artículo	Cualitativa	Politómica	Nominal	Primer autor del artículo
Tipo de estudio	da unidad, coherencia, secuencia y sentido práctico a todas las actividades que se emprenden para buscar respuesta al problema y objetivos planteados	Clasificación del tipo de estudio según su metodología y diseño	Cualitativa	Politómica	Nominal	Se determina según la metodología
Muestra	Parte o cantidad pequeña de una cosa que se considera representativa del total y que se toma o se separa de ella con ciertos métodos para someterla a estudio, análisis o experimentación.	Muestra reportada en el estudio	Cuantitativa	Discreta	Razon	Muestra proporcionada en la metodología del artículo
Biocerámicos	biocompatibles diseñados para ser utilizados en la fabricación de implantes quirúrgicos, prótesis y órganos artificiales, así como para cumplir una determinada función fisiológica en el cuerpo humano.	Biocerámico de uso endodóntico utilizado en el estudio	Cualitativa	Politómica	Nominal	Biocerámico reportado
Medidas estadísticas	Valores representativos de una colección de datos y que resumen en unos pocos valores la información del total de datos.	Análisis estadístico de cada artículo	Cuantitativa	Continua	Nominal	Medidas estadísticas reportadas
Nivel de evidencia	o estudios de investigación, que ayuda a los profesionales de la salud a valorar la fortaleza o solidez de la evidencia asociada a los resultados obtenidos de una estrategia terapéutica.	Clasificación del nivel de evidencia según los parámetros	Cualitativa	Politómica	Ordinal	Nivel de evidencia según el tipo de estudio y otras características
Índice SJR (Scientific Journal Rankings)	Índice que provee una serie de indicadores sobre la calidad y el impacto de publicaciones y revistas a partir de información de Scopus de Elsevier	Índice SJR según la revista y el año del artículo	Cualitativa	Politómica	Ordinal	Búsqueda del nombre del artículo y la revista para determinar el índice SJR
Cicatrización ósea	tomografía computarizada de haz de cono en el plano vestibulolingual a lo largo del eje longitudinal de las raíces tratadas	1. Completamente curado (puntuación 2) 2. Parcialmente curado (puntuación 1) 3. No sanado (puntuación 0)	Cualitativa	Politómica	Ordinal	Puntuación de 0 a 3 según la cicatrización observada en el área apical

5.7 Procedimiento

Para realizar la presente revisión narrativa se empezó por establecer la pregunta problema que permitiera conocer los cambios óseos observados a través de la tomografía computarizada de haz

de cono con materiales biocerámicos en pacientes con cirugía apical, definiéndola como se describe a continuación. Posteriormente se realizó una estrategia de búsqueda y selección de artículos, para la realización de la matriz de resultados explicada en la sección de proceso de extracción de datos. Por último, se elaboró la introducción, los resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones.

5.7.1 Pregunta problema. ¿Cuáles son los cambios óseos observados mediante el análisis de tomografía computarizada de haz de cono con materiales biocerámicos en pacientes que han sido sometidos a cirugía apical y reportados en la literatura?

5.7.2 Fuentes de información y estrategias de búsqueda. Se establecieron como bases de datos para la búsqueda Pubmed, Lilacs, Epistemonikos, Cochrane, Scopus, Web Of Science y Embase. Después de esto se establecieron como términos principales de búsqueda “bioceramics sealers”, “apical surgery”, “CBCT” y “bone healing”

Las combinaciones utilizadas para la búsqueda en cada base de datos fueron “bioceramics sealers” AND “perirradicular surgery”, “bioceramics sealers” AND “tomography” y “perirradicular surgery” AND “bone healing” (Tabla 2).

Tabla 2. Términos principales de búsqueda.

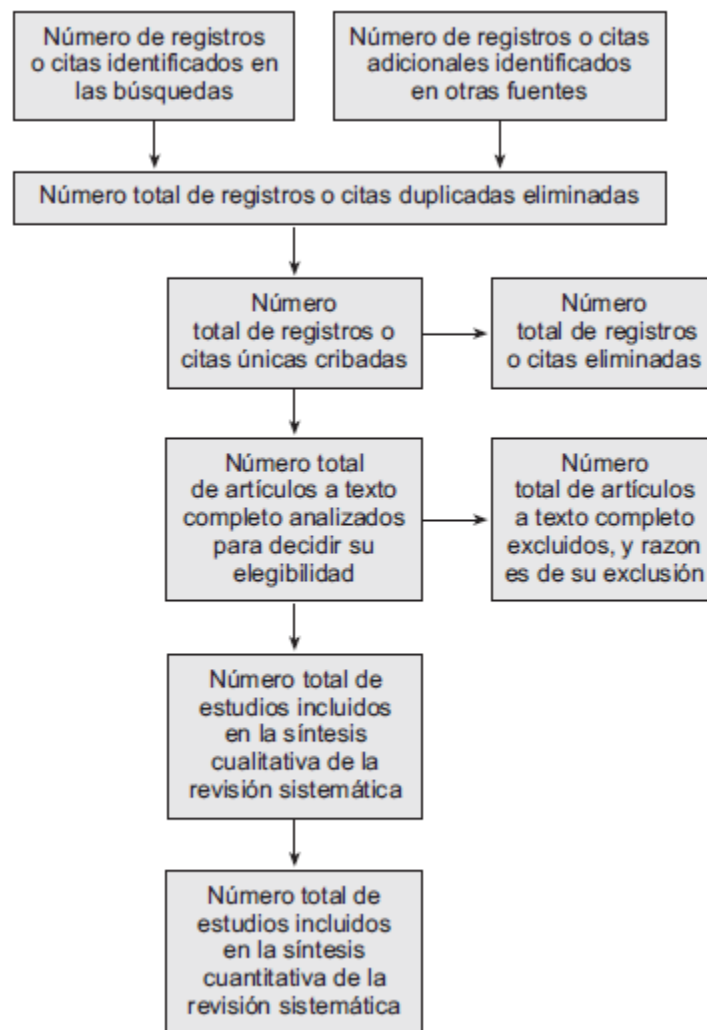
Término principal	Descriptores Mesh -DeCS	Sinónimos
Bioceramics Repair	Bioceramic	Apical sealers
Apical surgery	Periapical tissue/surgery, tooth apex/surgery	Apical periodontitis, Endodontic surgery, Microsurgical endodontic, periapical surgery, apicectomy
CBCT	Cone Beam Computed Tomography	Tomography Scanners, X Ray Computed, Computed Tomography Scanner, Cone-Beam CT Scan Tomografía, Tomographies
Bone healing	No se encuentra	Bone outcomes, outcome assessment, outcome predictors, healing outcome

5.7.3 Selección de los estudios. La búsqueda electrónica se llevó a cabo desde el 01/01/2010 hasta el 10/02/2021 siguiendo el diagrama de flujo sugerido por PRISMA (Figura 1) (70). En la base de datos de PubMed, al usar los términos MeSH, se obtuvieron 5 resultados con la combinación de los criterios 1,2 y 3, 39 resultados con la combinación de 2,3 y 4, y 18 resultados con la combinación 1,3 y 4 (Tabla 3). En Scielo, usando las palabras clave, para las mismas combinaciones, los resultados obtenidos fueron 16,16 y 12 respectivamente (Tabla 4). En Epistemonikos se obtuvieron 1,50 y 6 respectivamente (Tabla 5). En Lilacs con las mismas combinaciones, se obtuvieron 22, 2 y 0 respectivamente (Tabla 6). En la base de datos Cochrane,

se obtuvieron 82, 24 y 9 respectivamente (Tabla 7). Finalmente se realizó una búsqueda manual encontrando 5 artículos para un total de 307 artículos.

Al eliminar duplicados y por título quedaron 118 artículos. Después de revisar el resumen quedaron 50 artículos. Se procedió a leer los textos completos y quedaron 22 artículos, y según los criterios de selección establecidos, se eliminaron 13 artículos (Tabla 8). Finalmente se dejaron 9 artículos (Figura 2). Cuando se presentó desacuerdo entre los revisores, las decisiones se tomaron por consenso.

Figura 1. Diagrama de flujo a través de las diferentes fases de una revisión sistemática.



Fuente: Urrutia G, Bonfill X (2010)

Tabla 3. Estrategia de búsqueda en Pubmed

PUBMED TÉRMINOS MESH		Artículos
#1, 2 and 3	(((((("bone and bones"[MeSH Terms] OR ("bone"[All Fields] AND "bones"[All Fields]) OR "bone and bones"[All Fields] OR "bone"[All Fields]) AND ("healed"[All Fields] OR "wound healing"[MeSH Terms] OR ("wound"[All Fields] AND "healing"[All Fields]) OR "wound healing"[All Fields] OR "healing"[All Fields] OR "healings"[All Fields] OR "heals"[All Fields])) OR ("healed"[All Fields] OR "wound healing"[MeSH Terms] OR ("wound"[All Fields] AND "healing"[All Fields]) OR "wound healing"[All Fields] OR "healing"[All Fields] OR "healings"[All Fields] OR "heals"[All Fields])) AND ((("bioceramic"[All Fields] OR "bioceramics"[All Fields]) AND ("material"[All Fields] OR "material s"[All Fields] OR "materials"[All Fields])) OR ((("bioceramic"[All Fields] OR "bioceramics"[All Fields]) AND ("sealer"[All Fields] OR "sealers"[All Fields])) AND "CBCT"[All Fields]) AND (y_10[Filter]))	5
#2,3 y 4	(((((("healed"[All Fields] OR "wound healing"[MeSH Terms] OR ("wound"[All Fields] AND "healing"[All Fields]) OR "wound healing"[All Fields] OR "healing"[All Fields] OR "healings"[All Fields] OR "heals"[All Fields]) AND ((("retinal cone photoreceptor cells"[MeSH Terms] OR ("retinal"[All Fields] AND "cone"[All Fields] AND "photoreceptor"[All Fields] AND "cells"[All Fields]) OR "retinal cone photoreceptor cells"[All Fields] OR "cone"[All Fields]) AND "beam"[All Fields] AND ("tomographie"[All Fields] OR "tomography"[MeSH Terms] OR "tomography"[All Fields] OR "tomographies"[All Fields] OR "tomography s"[All Fields] OR "tomography, x ray computed"[MeSH Terms] OR ("tomography"[All Fields] AND "x ray"[All Fields] AND "computed"[All Fields]) OR "x-ray computed tomography"[All Fields] OR "tomographys"[All Fields])) OR "CBCT"[All Fields]) AND ((("endodontal"[All Fields] OR "endodontic"[All Fields] OR "endodontical"[All Fields] OR "endodontically"[All Fields] OR "endodontics"[MeSH Terms] OR "endodontics"[All Fields]) AND ("microsurgery"[MeSH Terms] OR "microsurgery"[All Fields] OR "microsurgeries"[All Fields])) AND (y_10[Filter]))	39
#1,3 Y 4	(((((("bioceramic"[All Fields] OR "bioceramics"[All Fields]) AND ("sealer"[All Fields] OR "sealers"[All Fields])) OR ((("retrograde"[All Fields] OR "retrogradely"[All Fields]) AND ("filled"[All Fields] OR "filling"[All Fields] OR "fillings"[All Fields] OR "fills"[All Fields])) AND ("apicoectomy"[MeSH Terms] OR "apicoectomy"[All Fields] OR "apicoectomies"[All Fields])) OR ((("apical"[All Fields] OR "apically"[All Fields] OR "apicals"[All Fields] OR "apices"[All Fields]) AND ("surgery"[MeSH Subheading] OR "surgery"[All Fields] OR "surgical procedures, operative"[MeSH Terms] OR ("surgical"[All Fields] AND "procedures"[All Fields] AND "operative"[All Fields]) OR "operative surgical procedures"[All Fields] OR "general surgery"[MeSH Terms] OR ("general"[All Fields] AND "surgery"[All Fields]) OR "general surgery"[All Fields] OR "surgery s"[All Fields] OR "surgeries"[All Fields]) AND "CBCT"[All Fields]) AND ((y_10[Filter]) AND (clinicaltrial[Filter] OR randomizedcontrolledtrial[Filter]))	18

Tabla 4. Estrategia de búsqueda en Scielo

SCIELO		Artículos
#1, 2 and 3	(*wound healing) OR (healing) AND (cbct) OR (tomography) AND (microsurgery) OR (apicoectomy) AND wok_subject_categories:("dentistry, oral surgery & medicine")	16
#2,3 y 4	(wound healing) OR (healing) AND (cbct) OR (tomography) AND (ab:(microsurgery)) OR (ab:(material retrograde)) AND wok_subject_categories:("dentistry, oral surgery & medicine")	16
#1,3 Y 4	(bioceramic) OR (surgery apical) OR (microsurgery) AND (wound healing) OR (healing) AND wok_subject_categories:("dentistry, oral surgery & medicine")	12

Tabla 5. Estrategia de búsqueda en Epistemonikos

EPISTEMONIKOS		Artículos
#1, 2 and 3	(title:(surgery) OR abstract:(surgery)) AND (title:(endodontic) OR abstract:(endodontic)) OR (title:(apical) OR abstract:(apical)) AND (title:(bioceramics) OR abstract:(bioceramics))	1
#2,3 y 4	(title:(wound healing) OR abstract:(wound healing)) OR (title:(healing) OR abstract:(healing)) AND (title:(CBCT) OR abstract:(CBCT)) OR (title:(tomography) OR abstract:(tomography)) AND (title:(microsurgery) OR abstract:(microsurgery)) OR (title:(surgery apical) OR abstract:(surgery apical))	50
#1,3 Y 4	(title:(title:(bioceramic) OR abstract:(bioceramic)) OR (title:(retrograde material) OR abstract:(retrograde material)) AND (title:(wound healing) OR abstract:(wound healing)) OR (title:(healing) OR abstract:(healing)) AND (title:(apicoectomy) OR abstract:(apicoectomy)) OR (title:(microsurgery) OR abstract:(microsurgery))) OR abstract:(title:(bioceramic) OR abstract:(bioceramic)) OR (title:(retrograde material) OR abstract:(retrograde material)) AND (title:(wound healing) OR abstract:(wound healing)) OR (title:(healing) OR abstract:(healing)) AND (title:(apicoectomy) OR abstract:(apicoectomy)) OR (title:(microsurgery) OR abstract:(microsurgery)))	6

Tabla 6. Estrategia de búsqueda en Lilacs

LILACS		Artículos
#1, 2 and 3	healing [Palavras] or surgery apical [Palavras] and CBCT [Palavras]	22
#2,3 y 4	bioceramic [Palavras] or surgery apical [Palavras] and CBCT [Palavras]	2
#1,3 Y 4	healing [Palavras] and surgery apical [Palavras] and bioceramic [Palavras]	0

Tabla 7. Estrategia de búsqueda en Cochrane

COCHRANE		Artículos
#1, 2 and 3	"bioceramic" in Keyword AND "periradicular surgery" in Keyword AND tomography in All Text NOT implant in All Text OR sealers apical in All Text - with Publication Year from 2010 to 2020, in Trials (Word variations have been searched)	82
#2,3 y 4	"periradicular surgery" in Title Abstract Keyword OR lesion apical in Title Abstract Keyword AND "cone beam computed tomographies" in Title Abstract Keyword NOT "pulpotomy" in All Text NOT "implant/bone interface" in All Text - with Publication Year from 2010 to 2020, in Trials (Word variations have been searched)	24
#1,3 Y 4	bioceramic sealers in Title Abstract Keyword OR biodentine in Title Abstract Keyword AND bone healing in Title Abstract Keyword NOT "pulpotomy" in All Text NOT "implant/bone interface" in All Text - with Publication Year from 2010 to 2020, in Trials (Word variations have been searched)	9

Tabla 8. Artículos excluidos y las razones de su exclusión

#	Estudio	Primer autor	Año	Razón de exclusión
1	Signos y síntomas clínicos predictores de cicatrización apical 12 meses después de microcirugía endodóntica	Agudelo Patricia Martínez	2015	Material de retro-obturación
2	Periradicular Regeneration after Endodontic Surgery with Calcium-enriched Mixture Cement in Dogs	Asgary Saeed	2010	Evaluado histológicamente
3	Retrospective Analysis of Root-end Microsurgery Outcomes in a Postgraduate Program in Endodontics Using Calcium Silicate-based Cements as Root-end Filling Materials	Chan Stephanie	2019	Evaluado radiográficamente
4	Healing after Root-end Microsurgery by Using Mineral Trioxide Aggregate and a New Calcium Silicate-based Bioceramic Material as Root-end Filling Materials in Dogs	Chen Ian	2015	Estudio en animales
5	A prospective clinical study of mineral trioxide aggregate and IRM when used as root-end filling materials in endodontic surgery	Chong B.S	2003	Evaluado radiográficamente
6	A new minimally invasive guided endodontic microsurgery by cone beam computed tomography and 3-dimensional printing technology	Kim Jong-Eun	2019	Material de retro-obturación
7	Retrospective follow-up assessment of prognostic variables associated with the outcome of periradicular surgery	Villa-Machado P. A.	2013	Evaluado radiográficamente
8	A Comparison of 2- and 3-dimensional Healing Assessment after Endodontic Surgery Using Cone-beam Computed Tomographic Volumes or Periapical Radiographs	Schloss Tom	2017	Material de retro-obturación
9	Clinical Outcome of Endodontic Microsurgery That Uses EndoSequence BC Root Repair Material as the Root-end Filling Material	Shinbori Nicole	2015	Evaluado radiográficamente
10	Long-term Success and Survival of Endodontic Microsurgery	Huang Shuyan	2019	Evaluado radiográficamente
11	A comparison of the sealing abilities between Biodentine and MTA as root-end filling materials and their effects on bone healing in dogs after periradicular surgery	TANG Jing-jing	2019	Estudio en animales
12	Filling ability of three bioceramic root-end filling materials: A micro-computed tomography analysis	Toia Cassia Cestari	2020	Estudio in-vivo
13	Comparison of Mineral Trioxide Aggregate and iRoot BP Plus Root Repair Material as Root-end Filling Materials in Endodontic Microsurgery: A Prospective Randomized Controlled Study	Zhou Wei	2016	Evaluado radiográficamente

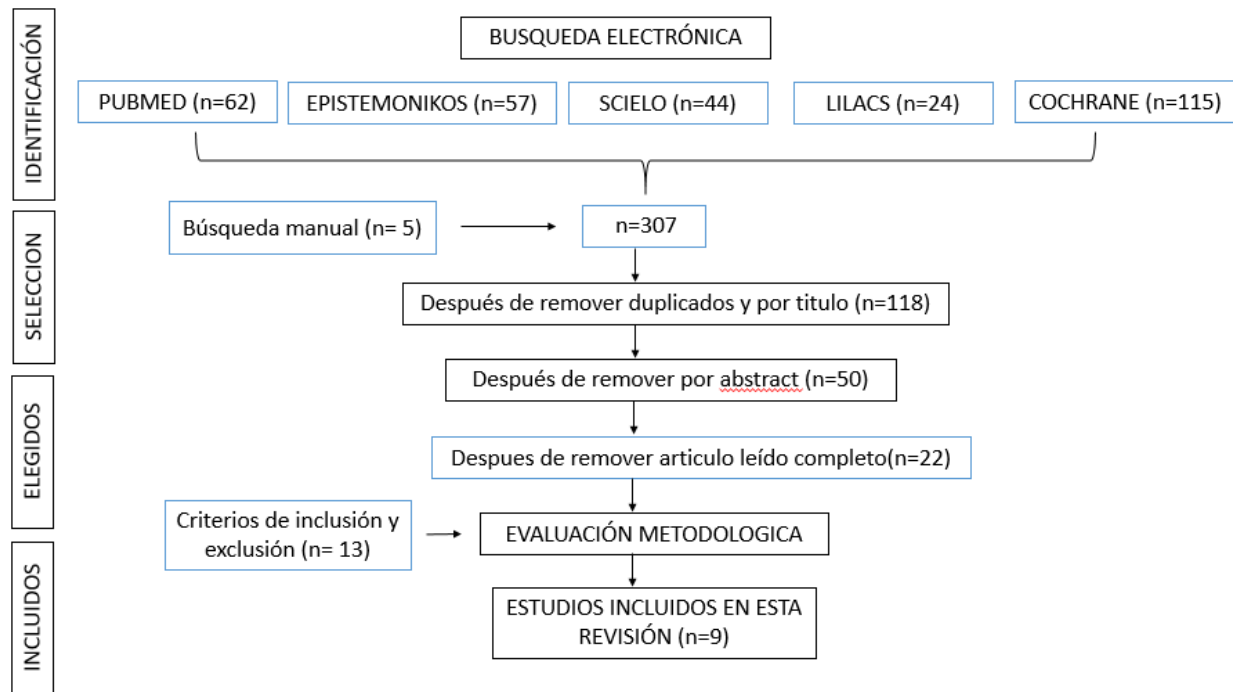


Figura 2. Diagrama de flujo de búsqueda y selección de artículos.

Proceso de extracción de datos

En los estudios seleccionados, se extrajo la información de acuerdo a los siguientes criterios, que fueron consignados en una matriz de datos: título del artículo, primer autor, nombre de la revista, año, factor de impacto, cuartil, diseño del estudio, muestra, características de la muestra, definición de biocerámicos, características tomográficas observadas con materiales biocerámicos, resultados, análisis estadístico; nivel de confianza; riesgo de Sesgo; grado de recomendación SIGN 50 (Scottish Intercollegiate Guidelines Network 2012), nivel de evidencia SIGN 50 (71) (Ver anexo #1).

Análisis de la calidad metodológica y nivel de evidencia

Dos revisores de manera independiente evaluaron la calidad metodológica de los cuatro (4) estudios clínicos controlados aleatorizados con base en la guía CONSORT (72). De los 37 ítems incluidos se obtuvo un cumplimiento entre 12 y 20 ítems. Para los estudios observacionales y reportes de caso se utilizó la guía STROBE (73) dando como resultado el cumplimiento de 9 a 13 ítems, de los 22 evaluado,. Lo que indica que existen limitaciones metodológicas del diseño y estadística que no contribuyen a presentar una evidencia confiable. Esta evaluación se complementó con la guía CARE (74). Adicionalmente se estableció una clasificación de los niveles de evidencia y grados de recomendación según las recomendaciones de SIGN 50 (Ver anexo #2) (71).

Riesgo de sesgo en los estudios individuales

Dos revisores evaluaron de manera independiente el riesgo de sesgo en los estudios individuales, para los estudios clínicos controlados aleatorizados (ECCA) se evaluó con base en la

herramienta RoB 2.0 (75), con los 5 dominios de la guía Cochrane (Figura 3). Para los artículos observacionales y reportes de caso se creó una herramienta por parte de los autores, con base en la guía CARE (74) y en una adaptación de la herramienta de evaluación de sesgo para estudios in vitro del trabajo de Murad M et al (76) (Tabla 9). Si el artículo evaluado cumplía con 4 condiciones o menos tendría riesgo alto de sesgo, 5 a 7 riesgo moderado, y 8 o más riesgo bajo de sesgo.

5.8 Aspectos éticos

Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud y Protección Social, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

Artículo 11. Para efectos de este reglamento la investigación se clasifica en la siguiente categoría: Investigación sin riesgo: Estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

5.9 Análisis de datos

Para la escritura y realización de la revisión se utilizará la guía prisma.

5.9.1 Conducción del Estudio. Lugar de Investigación: Universidad Santo Tomas Bucaramanga

Manejo de sustancias o especímenes: No aplica

Archivo de Datos y Sistematización: Los datos se recolectarán en Microsoft Excel 2016.

6. Resultados

El rango de publicación de los 9 estudios fue desde el 2011 al 2021; de los 22 artículos potencialmente elegibles, 13 fueron excluidos por una o más de las siguientes razones: 1) No evaluaban los resultados mediante CBCT, 2) No fueron realizados en humanos 3) El material de retro-obturación no era un biocerámico de última generación (Tabla 8).

De las nueve (9) publicaciones, cuatro (4) son ensayos clínicos aleatorizados, tres (3) reportes de casos, uno (1) estudio observacional prospectivo y uno (1) estudio observacional retrospectivo. Todos evaluaron los cambios óseos observados en pacientes sometidos a cirugía perirradicular con materiales biocerámicos por medio del análisis de tomografía computarizada de haz de cono. La fecha de publicación de los artículos muestra que todos los artículos incluidos son publicados en los últimos 5 años, de los cuales más de la mitad fueron publicados en los 2 últimos años 2019 y 2020. El lugar de filiación institucional del primer autor de cada artículo muestra que 3 son de India, 1 de Colombia, 1 de China, 2 de EEUU, 1 de Corea del Sur y 1 de Brasil.

Mangat Panna et al (77) evaluaron clínicamente la capacidad de selle de tres materiales de retro-obturación utilizando tomografía computarizada de haz de cono, por un periodo de tres años (2013-2016). Los criterios clínicos para la consideración de estos casos fueron: inflamación, secreción

de los senos nasales y exudado, sensibilidad a la percusión y el análisis tomográfico (Hipodensidad que rodea el ápice de la raíz del diente afectado). La muestra del estudio fue de 30 pacientes, en 30 dientes que se dividieron en tres grupos iguales: el A tratado con Biocerámico, el grupo B Biodentine® y el grupo C MTA® respectivamente, después de la apicectomía. En caso de lesión grande y pérdida ósea severa, se utilizó un injerto óseo (Nova Bone Putty) para una cicatrización más rápida. La evaluación del éxito de la cicatrización se realizó a los 6 y 12 meses después de la cirugía. La evaluación se realizó mediante exámenes clínicos, radiográficos y tomografía a los 12 meses. El grupo tratado con Biocerámico obtuvo el mejor resultado de cicatrización de la lesión, seguido de Biodentine® y MTA®. Los resultados con $p < 0,05$ se consideraron significativos.

Raina Afnan Ajaz et al (78) evaluaron los resultados de tres materiales diferentes: agregado de trióxido mineral Angelus, agregado de trióxido mineral plus y Biodentine® en casos de cirugía endodóntica utilizando tomografía computarizada de haz de cono. Se incluyeron 30 pacientes que requirieron cirugía perirradicular, los cuales fueron aleatorizados en tres grupos de 10 cada uno. Se excluyeron del estudio los dientes con movilidad de clase 2 o mayor, fracturas y perforaciones horizontales y verticales. Los valores de la lesión endodóntica seleccionados para el estudio se evaluaron preoperatoriamente mediante tomografía computarizada de haz de cono en la que se registraron los parámetros horizontales y verticales de la lesión. A los 6 y 9 meses se evaluó qué el material mostraba una mejor cicatrización después del procedimiento quirúrgico con examen radiográfico y a los 12 meses mediante tomografía computarizada de haz cónico. A los 12 meses, se observó una hipodensidad uniforme del injerto y del hueso circundante en los tres grupos. Después del control radiográfico y con CBCT, Biodentine® reveló una reducción significativa a los 6, 9 y 12 meses en la medición de las lesiones horizontales y verticales ($P > 0.05$), lo que indica que tuvo la tasa de cicatrización más rápida en comparación con MTA Angelus® y MTA plus.

Tomer Anil K et al (79) evaluaron dos materiales de retro-obturación (agregado de trióxido mineral y Biodentine) en dos casos de cirugía endodóntica. Los pacientes fueron citados a los 3, 6 y 9 meses para evaluar los signos clínicos y radiográficos de cicatrización mediante el uso de la tomografía computarizada de haz de cono. El paciente de 16 años con lesión periapical en el diente 22, se obturó con MTA® y el paciente de 37 años con lesión periapical en dientes anteriores inferiores, se utilizó Biodentine. En el seguimiento de 3 meses, 6 meses y 9 meses, Biodentine® y MTA® mostraron cicatrización alrededor de los tejidos, diferencia estadísticamente significativa. La reacción tisular más característica del MTA® fue la presencia de tejido conectivo después de la primera semana posoperatoria. Biodentine® mostró formación de apatita después de la inmersión en una solución de fosfato, lo que indica su bioactividad.

Safi Chafic et al (80) evaluaron la cicatrización después de la microcirugía endodóntica utilizando agregado de trióxido mineral (MTA®) versus material de reparación de raíz EndoSequence® (RRM; Brasseler, Savannah, GA) como materiales de obturación apical. Se evaluó mediante radiografías bidimensionales e imágenes CBCT tridimensionales en un ensayo clínico controlado aleatorizado prospectivo. Se asignaron aleatoriamente 243 dientes con periodontitis apical persistente en dos grupos. En el seguimiento solo se examinaron 122 dientes, 57 dientes del grupo MTA® y 65 dientes del grupo RRM®. Entre los 122 dientes que fueron examinados, se eliminaron 2 dientes obturados con RRM®, debido a errores de procedimiento (resección radicular incompleta) evidenciados en las imágenes CBCT. El tiempo medio de seguimiento fue de 15 meses. La tasa de éxito general fue del 93,3% para la evaluación periapical (PA) y del 85% para la evaluación CBCT. El grupo RRM tuvo un éxito del 92% y 84% en la PA

y CBCT, respectivamente. El grupo MTA® exhibió un éxito del 94,7% y el 86% en la PA y CBCT, respectivamente. En las imágenes CBCT se observó cicatrización alrededor de los tejidos, al comparar el MTA® Y RRM® no hubo diferencias significativas ($p = 0,001$).

Larreal De Rocha Sunil (81) observó los cambios óseos apicales posteriores a la cirugía perirradicular, evaluado mediante tomografía computarizada de haz de cono, con 2 casos clínicos. Una paciente de 29 años con periodontitis apical en dientes #21 y #22 y un paciente de 29 años con periodontitis apical en el diente #21 ambos con obturados con EndoSequence ERRM®. El resultado se evaluó a corto plazo (3 y 5 meses). Después del periodo de seguimiento la densidad ósea en el caso uno fue del 93.35% para el diente 21 y 71.74% para el diente 22; el caso dos, registró una densidad ósea de 99,89%. El EndoSequence ERRM® es un material adecuado para cirugía perirradicular, favoreciendo la cicatrización ósea.

Hasna Amjad Abu et al (82) evaluaron la neoformación ósea de un caso clínico en el área periapical del diente #22 con el cemento biocerámico five minerals oxides (5MO) mediante tomografía de haz de cono. El paciente fue derivado para tratar una perforación radicular debido a un tratamiento previo del diente #22, el diagnóstico fue periodontitis periapical sintomática, y el plan de tratamiento fue realizar una intervención quirúrgica (apicectomía) asociada a terapia fotodinámica antimicrobiana como técnica complementaria, utilizando cemento five minerals oxides (5MO) como material de obturación del ápice radicular. Los procedimientos se realizaron en dos sesiones y se controlaron en dos visitas (a los 30 días y a los 12 meses). El cemento biocerámico 5MO fue eficaz para inducir la reparación de la lesión periapical y tenía la capacidad de sellar el área periapical expuesta del diente. Su éxito dependió principalmente de la desinfección del conducto radicular y del sitio quirúrgico. En las imágenes de CBCT, se observó zona hiperdensa en el área periapical del diente #22, compatible con neoformación ósea.

Kang Sumi et al (83) evaluaron la cicatrización radiográfica un año después de la microcirugía endodóntica utilizando CBCT con los criterios PENN 3D modificados y radiografías periapicales según los criterios de Molven y compararon los resultados de ambos (Ver anexo #2). El estudio se realizó en 107 dientes de 96 pacientes usando como material de selle cemento de silicato de calcio: ProRoot MTA en 1 diente, ENDOCEM MTA en 9 dientes y RetroMTA en 97 dientes. La evaluación que utilizó los criterios de Molven mostró 75 cicatrizaciones completas, 18 cicatrizaciones incompletas, ocho cicatrizaciones inciertas y 6 cicatrizaciones no satisfactorias. Según los criterios modificados de PENN 3D, 64 dientes se clasificaron como cicatrización completa, 29 dientes cicatrización limitada, 6 cicatrización incierta y 8 cicatrización no satisfactoria. Con el seguimiento de un año, las exploraciones CBCT mostraron una menor tendencia a la cicatrización que la radiografía periapical. Los volúmenes de radiolucidez apical después de la cirugía se redujeron en un 77,7% en promedio al año de seguimiento. La puntuación media entre la cicatrización radiográfica 2D y 3D se comparó mediante la prueba de rango con signo de Wilcoxon y la diferencia fue estadísticamente significativa ($z = -3,6$, $p < 0,05$).

Kim Dohyun et al (84) examinaron el tamaño, el volumen y otros parámetros de las lesiones periapicales preoperatorias medidas a partir de imágenes de tomografía computarizada de haz de cono (CBCT) como posibles factores de pronóstico en la microcirugía endodóntica. El diámetro mesiodistal (Lx), apicocoronal (Ly) vestibulolingual (Lz), el volumen (V) de las lesiones periapicales, la destrucción del hueso cortical y la altura de la tabla ósea vestibular (Lb) se midieron de forma independiente por 2 examinadores. En 97 raíces se realizó cirugía apical con silicato de

calcio y se controlaron por 12 meses. Los cambios óseos observados fueron mejores en los casos con lesiones menores a 6 mm de diámetro en cada una de las 3 direcciones; sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Todos los parámetros medidos se probaron en un modelo de regresión logística múltiple. Se encontró que el volumen es el único predictor significativo ($p = 0,028$); el análisis indicó que las raíces con lesiones periapicales superiores a 50 mm³ de volumen tienen un porcentaje reducido de éxito. Sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($P > 0.05$).

Von Arx Thomas et al (85) en su estudio a largo plazo evaluaron la cicatrización en 41 dientes (41 pacientes) con 47 raíces tratadas, mediante tomografías computarizadas de haz de cono (CBCT) tomadas 1 y 5 años después de la cirugía apical con MTA ProRoot Dentsply. La cicatrización radiográfica periapical se clasificó como “total, parcial o no cicatrizada” para cada uno de los siguientes parámetros de estudio: el plano de resección, la tabla cortical, el área apical y la cicatrización general del hueso. En este estudio se observó formación de tejido duro nuevo en el plano de resección radicular y dentro del defecto apical anterior. A los 5 años, todos los parámetros estudiados tenían tasas más altas de casos con cicatrización completa en comparación con la tasa a 1 año. El plano de resección apical y los parámetros del área apical se consideraron cada uno en un 72,3% como completamente cicatrizado a los 5 años, mientras que la tabla cortical y los parámetros generales de cicatrización ósea mostraron tasas de más bajas (42,6% y 38,3%, respectivamente).

Evaluación del sesgo en los estudios individuales.

Dos revisores evaluaron de manera independiente el riesgo de sesgo en los estudios individuales, para los estudios clínicos controlados aleatorizados (ECCA) se utilizó la herramienta RoB 2.0, con los 5 dominios de la guía Cochrane, obteniendo los resultados que se describen en la figura 3. A nivel global los artículos presentaron un alto riesgo de sesgo siendo particularmente preocupante el dominio 2 que evalúa el efecto de la asignación a la intervención, lo debilita de manera importante la confianza en los resultados. Contrario a lo sucedido con el dominio 1 y 3 que evalúan el sesgo derivado del proceso de aleatorización y el sesgo debido a la falta de datos de resultados, donde los artículos arrojaron un riesgo bajo de sesgo, lo que supondría que es poco probable que estos factores evaluados modifiquen de manera importante los resultados. Con respecto a los dominios 4 y 5, que evalúan el sesgo en la medición del resultado y el sesgo en la selección del resultado informado, encontramos un riesgo incierto de sesgo que hace surgir algunas dudas acerca de los resultados. En el resultado general concluimos que los 4 artículos presentan un riesgo alto de sesgo y sus resultados deben ser tomados con cautela y precaución.

Unique ID	Study ID	Experimental	Comparator	Outcome	Weight	Randomization process	Deviations from intended interventions	Missing outcome data	Measurement of the outcome	Selection of the reported result	Overall		
Study 1	Mangat Panna	MTA, BIOCERAMIC, BIODENTIN	Group treated w		1	?	?	+	+	?	!	+	Low risk
Study 2	Raina Study	MTA PLUS, MTA ANGELUS, BIODE	Biodentine had		1	+	!	+	!	?	!	?	Some concerns
Study 3	Safi Study	MTA, Endosequence		One hundred tw	1	+	!	+	+	?	!	!	High risk
Study 4	Kang Study	Cemento de disilicato: ProRoot	Con el seguimie		1	+	!	+	?	!	!		

Figura 3. Evaluación del riesgo de sesgo de los ensayos clínicos aleatorizados según la herramienta RoB2 de Cochrane.

Para los artículos observacionales y reportes de caso se creó una herramienta, con base en la guía CARE y en el artículo titulado calidad metodológica y síntesis de series e informes de casos (76), obteniendo los resultados que se describen en la tabla 9. De los 5 estudios evaluados, 2 obtuvieron un bajo riesgo de sesgo (81,84), 2 riesgo moderado (82,85) y 1 riesgo alto (79). Los resultados son descritos en la tabla 9 de acuerdo a los parámetros considerados para el análisis. Todos los artículos contaron con la descripción del procedimiento, el tiempo de seguimiento y describieron el cambio óseo postquirúrgico, pero ninguno describió el material biocerámico utilizado, solo lo nombraron. En todos los reportes de caso, estos fueron presentados, pero en los estudios observacionales no describieron el cálculo de la muestra. En cuanto al título, las palabras claves, la estandarización para la medición de la lesión y la medición de los resultados algunos cumplieron y otros no. Es importante resaltar que ninguno de los artículos cumplió con los 10 ítems evaluados.

Tabla 9. Evaluación de calidad y riesgo de sesgo

ARTÍCULO	Autor	Título + Fenómeno de mayor interés	Palabras claves de 2 a 5	Presentación del caso o cálculo de la muestra	Estandarización en la forma de medición de la lesión	Describe el material utilizado	Descripción del procedimiento	Describe el tiempo de seguimiento	Describe el cambio óseo postquirúrgico	Estandarización en la forma de medición de los resultados	Equipo o software para la medición de la lesión	RIESGO DE SESGO
Clinical Evaluation of two Different Filling Materials In Case Of Endodontic Surgery (Mineral Trioxide Aggregate and Biodentin - Case Reports)	Tomer Anil K	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	Riesgo alto
Cambios óseos posterior a cirugía perirradicular utilizando biocerámico mediante tomografía computarizada de rayo de cono (reporte de caso)	De Rocha Sunil Larreal	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	Riesgo bajo
Apicoectomy of Perforated Root Canal Using Bioceramic Cement and Photodynamic Therapy	Hana Amjad Abu	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO	Riesgo moderado
Influence of Size and Volume of Periapical Lesions on the Outcome of Endodontic Microsurgery: 3-Dimensional Analysis Using Cone-beam Computed Tomography	Kim Dohyun	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	Riesgo bajo
Radiographic Assessment of Bone Healing Using Cone-beam Computed Tomographic Scans 1 and 5 Years after Apical Surgery	Von Arx Thomas	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	Riesgo moderado

7. Discusión

El objetivo de la cirugía apical es proporcionar un sello impermeable al sistema del conducto radicular, eliminando la contaminación bacteriana de los tejidos perirradiculares y fomentando su regeneración (86). Actualmente se han introducido materiales biocerámicos de última generación con propiedades mejoradas.

Esta revisión narrativa determinó los cambios óseos observados en pacientes sometidos a cirugía perirradicular con materiales biocerámicos por medio del análisis de tomografía computarizada de haz de cono. Los resultados arrojaron que el tamaño de la muestra de la mayoría de los estudios incluidos fue relativamente pequeño. Por lo tanto, es probable que muchos de estos estudios tuvieran poco dominio para demostrar cualquier diferencia significativa en las medidas de resultado entre los grupos o reportes de casos. Sin embargo, algunos de los ensayos incluidos proporcionaron información clínica limitada, pero útil e indicaciones que los odontólogos deben evaluar cuidadosamente al decidir si realizan el tratamiento de cirugía perirradicular con biocerámicos.

La evaluación de la calidad metodológica y la evaluación del riesgo de sesgo nos arrojó para los estudios ECCA, 4 con riesgo de sesgo alto y 1 moderado. En cuanto los reportes de caso y estudios observacionales se obtuvo 3 estudios con riesgo bajo y 2 con moderado. Contrastando con la revisión sistemática de Mokbel N et al (87), la cual no presento estudios con riesgo bajo, al contrario, se presentaron 2 estudios con riesgo moderado y 20 con riesgo alto. Lo que debería alentar a la realización de ensayos clínicos más detallados y a largo plazo, para la obtención de resultados más fiables y con menos riesgo de sesgo.

Utilizando un modelo animal, De Paula-Silva y col (88) observaron diferencias significativas entre los CBCT y las radiografías intraorales (RI) convencionales durante la evaluación de la reparación ósea periapical en dientes de perro seis meses después del tratamiento endodóntico no quirúrgico (en el que no se realizó la remoción de la tabla ósea cortical). Los presentes resultados se contrastan con los de Balasundaram y col (89), quienes compararon imágenes de RI y CBCT convencionales para determinar el tamaño de las lesiones óseas periapicales, y no encontraron diferencias entre las dos técnicas diagnósticas, cuando las mediciones se realizan mediante evaluadores adecuadamente calibrados y métodos bien estandarizados.

Gouveia EéG. y col observaron una reparación ósea periapical progresiva durante los períodos de evaluación, independientemente del método de diagnóstico utilizado. Aunque ya se esperaba esta progresión en la reparación ósea, aun se encontraron zonas en cicatrización, del hueso periapical remanente después de 8 meses de seguimiento, lo que sugiere que se necesitan períodos de evaluación más largos antes que el éxito del tratamiento pueda evaluarse adecuadamente. Molven y col (90) informaron que las lesiones periapicales también pueden repararse con tejido fibroso y tejido óseo mineralizado después de procedimientos quirúrgicos, lo cual podría llevar a una mala interpretación de los hallazgos radiográficos. Independientemente del método diagnóstico utilizado, se observó una reparación periapical de aproximadamente el 77% mediante evaluación radiográfica a los 8 meses. El hecho que ninguno de los pacientes presentara síntomas después de ese período sugiere que el valor evaluado es un buen indicador de éxito. Sin embargo, serían necesarios estudios con un período de seguimiento más largo, centrados especialmente en los casos de cicatrización fallida (detectada mediante evaluación clínica). Esto concuerda con las pautas más recientes para el uso de imágenes CBCT en odontología, que abordan el hecho de que la evidencia actual sugiere que la CBCT de alta resolución puede tener una mayor sensibilidad para detectar lesiones óseas periapicales (91).

Kruse et al (92) informaron que no todas las lesiones observadas en las imágenes con CBCT representaban lesiones inflamatorias periapicales. Examinaron biopsias de 19 dientes retratados quirúrgicamente que habían tenido cirugía apical previa. Encontraron presuntas lesiones

persistentes en la CBCT tomada 5-11 años después de la cirugía apical inicial, pero las lesiones correspondientes se confirmaron histopatológicamente en solo 11 casos (58%). Por el contrario, Chen et al (93) afirmaron que los resultados obtenidos de la imagen con CBCT después de la cirugía perirradicular coincidían con los resultados histológicos en todos los casos. Sin embargo, este último estudio se realizó en perros con inducción intencional de periodontitis apical, lo que podría indicar que difiere del proceso natural del desarrollo de la enfermedad en humanos. Además, la cicatrización se evaluó 6 meses después de la cirugía apical sin un seguimiento más prolongado disponible.

Shen et al. (2016) (94) en su estudio prospectivo, determinaron clínica y radiográficamente la cicatrización periapical en 97 casos con periodontitis apical persistente a los cuales se les realizó microquirúrgica endodóntica y obturación del ápice radicular con ProRoot MTA blanco. Al año, los resultados del tratamiento se clasificaron en éxito, fracaso y mejora. El tratamiento quirúrgico se consideró un éxito cuando la regeneración ósea fue del 90% o más combinada con un resultado clínicamente aceptable. Cuando la regeneración ósea estaba entre el 50% y el 90% con ausencia de signos / síntomas clínicos, el tratamiento se consideró una mejoría. La cirugía se consideró un fracaso cuando la regeneración ósea era inferior al 50% con presencia de síntomas clínicos. En este estudio, el éxito fue evidente en el 57,7% de los pacientes, la mejoría en el 35,1% de los casos, mientras que los fracasos se presentaron en solo el 7,2% de los pacientes. Los resultados del segundo grupo se consideraron exitosos. Así, el éxito global se logró en el 92,8% de los pacientes (90 casos). Por el contrario, solo 7 casos se clasificaron como fracasos (7,2%). Los resultados fueron consistentes con las tasas de éxito informadas por Kang Sumi et al (83) donde la cicatrización completa fue mayor y los volúmenes de radiolúcidez apical después de la cirugía se redujeron en un 77,7% en promedio al año de seguimiento.

Shinbori et al en el 2015 (95) también evaluaron los resultados de cicatrización clínicos y radiográficos, en un año de observación, cuando se utilizó EndoSequence Root Repair (ERRM®) como material de obturación apical, en 113 dientes de 94 pacientes. Los resultados se clasificaron según los hallazgos clínicos y radiográficos, en éxito (cicatrización) y fracaso (no cicatrización). En este estudio retrospectivo, el 92,0% de los dientes se clasificaron como resultado satisfactorio. Además, ninguno de los factores de pronóstico tuvo efectos significativos sobre los resultados del tratamiento. Estos incluyeron edad, sexo, posición de los dientes, tamaño de la lesión, presencia de un tracto sinusal, síntomas preoperatorios y retratamiento ortógrado previo a la cirugía. Safi Chafic et al (80) encontraron resultados similares al evaluar la cicatrización después de la microcirugía endodóntica con agregado de trióxido mineral (MTA) versus material de reparación radicular EndoSequence (RRM®; Brasseler, Savannah, GA) . RRM obtuvo un éxito del 92% y 84% en la radiografía y CBCT, respectivamente.

Varias limitaciones se encontraron dentro del estudio, entre ellas, la reducida cantidad de los artículos, seguimientos variables y muestras diferentes. Los resultados de los estudios publicados son significativamente heterogéneos, por lo que es difícil sacar conclusiones. Y aunque todos evaluaron materiales biocerámicos fueron distintos en cada estudio por lo cual es lógico suponer que esto también puede haber sido una de las razones de la variabilidad en los resultados.

8. Conclusiones

- Estas conclusiones se basan en pocos ensayos con tamaños de muestra pequeñas, seguimientos relativamente cortos y, a veces, se considera que tienen un riesgo de sesgo, por lo tanto, deben considerarse con precaución.
- Los cambios óseos observados en pacientes sometidos a cirugía perirradicular con materiales biocerámicos por medio del análisis de tomografía computarizada de haz de cono mostraron altas tasas de éxito, favoreciendo a la cicatrización ósea.
- Los materiales biocerámicos más frecuentemente utilizados en cirugía perirradicular y reportados en la literatura científica fueron EndoSequence Root Repair Material (ERRM®) y Biodentine®.

9. Recomendaciones

- Se requieren más estudios clínicos con menos riesgo de sesgo, muestras de mayor tamaño y seguimientos a largo plazo para obtener resultados más fiables acerca de los materiales biocerámicos.
- Los estudios futuros deberán adherirse a una metodología uniforme para evitar la heterogeneidad.
- Se requiere más evidencia científica con respecto a los cambios óseos producidos por la utilización de los biocerámicos en la cirugía perirradicular, evaluados con CBCT.

Referencias

1. Figdor D. Microbial aetiology of endodontic treatment failure and pathogenic properties of selected species. *Aust Endod J*. 2004;30(1):11–4.
2. Von Arx T, Jensen SS, Hänni S, Friedman S. Five-year longitudinal assessment of the prognosis of apical microsurgery. *J Endod*. 2012;38(5):570–9.
3. Rubinstein RA, Kim S. Long-term follow-up of cases considered healed one year after apical microsurgery. *J Endod*. 2002;28(5):378–83.
4. Shekhar V, Shashikala K. Cone Beam Computed Tomography Evaluation of the Diagnosis, Treatment Planning, and Long-Term Followup of Large Periapical Lesions Treated by Endodontic Surgery: Two Case Reports. *Case Rep Dent*. 2013;2013:1–12.
5. Barone C, Dao TT, Basrani BB, Wang N, Friedman S. Treatment Outcome in Endodontics: The Toronto Study-Phases 3, 4, and 5: Apical Surgery. *J Endod*. 2010;36(1):28–35.
6. Surya Raghavendra S, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia P. Bioceramics in Endodontics – a Review. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2017;51(0):128–37.
7. Chong BS, Rhodes JS. Endodontic surgery. *Br Dent J* [Internet]. 2014;216(6):281–90. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.bdj.2014.220>
8. Tabassum S, Khan FR. Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *Eur J Dent*. 2016;10(1):144–7.
9. Olcay K, Ataoglu H, Belli S. Evaluation of Related Factors in the Failure of Endodontically Treated Teeth: A Cross-sectional Study. *J Endod* [Internet]. 2018;44(1):38–45. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.08.029>
10. Seltzer S, Bender IB, Smith J, Freedman I, Nazimov H. Endodontic failures-An analysis based on clinical, roentgenographic, and histologic findings. Part I. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol. 1967;23(4):500–16.
11. Iqbal A. The factors responsible for endodontic treatment failure in the permanent dentitions of the patients reported to the college of dentistry, the university of Aljouf, Kingdom of Saudi Arabia. *J Clin Diagnostic Res*. 2016;10(5):ZC146–8.
12. Kim J-E, Shim J-S, Shin Y. A new minimally invasive guided endodontic microsurgery by cone beam computed tomography and 3-dimensional printing technology. *Restor Dent Endod*. 2019;44(3):1–7.
13. Segura JJ, Montero P, Ibañez R. Los biomateriales en la regeneración periapical post microcirugía endodóncica. *J Endod*. 2017;94–107.
14. Torabinejad M, Higa RK, McKendry DJ, Pitt Ford TR. Dye leakage of four root end filling materials: Effects of blood contamination. *J Endod*. 1994;20(4):159–63.
15. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod*. 1995;21(7):349–53.
16. Assadian H, Hamzelouei Moghaddam E, Amini A, Nazari Moghaddam K, Hashemzahi M. A Review of Endodontic Bioceramics. *J Islam Dent Assoc IRAN*. 2016;28(1):20–33.
17. Abusrewil SM, McLean W, Scott JA. The use of Bioceramics as root-end filling materials in periradicular surgery: A literature review. *Saudi Dent J* [Internet]. 2018;30(4):273–82. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2018.07.004>
18. Eriksen HM, Kirkevang L, Petersson K. Endodontic epidemiology and treatment outcome: general considerations. *Endod Top*. 2002;2:1–9.
19. von Arx T. Apical surgery: A review of current techniques and outcome. *Saudi Dent J* [Internet]. 2011;23(1):9–15. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sdentj.2010.10.004>

20. Kaya S, Yavuz I, Uysal I, Akku Z. Measuring bone density in healing periapical lesions by using cone beam computed tomography: A clinical investigation. *J Endod*. 2012;38(1):28–31.
21. Patel S, Dawood A, Pitt Ford T, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J*. 2007;40(10):818–30.
22. FRIEDMAN S. The prognosis and expected outcome of apical surgery. *Endod Top*. 2005;11(1):219–62.
23. Liao WC, Lee YL, Tsai YL, Lin HJ, Chang MC, Chang SF, et al. Outcome assessment of apical surgery: A study of 234 teeth. *J Formos Med Assoc [Internet]*. 2019;118(6):1055–61. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2018.10.019>
24. Von Arx T, Peñarrocha M, Jensen S. Prognostic factors in apical surgery with root-end filling: A meta-analysis. *J Endod*. 2010;36(6):957–73.
25. Torabinejad M, Parirokh M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review-Part II: Leakage and Biocompatibility Investigations. *J Endod [Internet]*. 2010;36(2):190–202. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.010>
26. Tsesis I, Rosen E, Taschieri S, Telishevsky Strauss Y, Ceresoli V, Del Fabbro M. Outcomes of surgical endodontic treatment performed by a modern technique: An updated meta-analysis of the literature. *J Endod [Internet]*. 2013;39(3):332–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2012.11.044>
27. Niu LN, Jiao K, Wang T Da, Zhang W, Camilleri J, Bergeron BE, et al. A review of the bioactivity of hydraulic calcium silicate cements. *J Dent [Internet]*. 2014;42(5):517–33. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2013.12.015>
28. Von Arx T, Alsaed M, Salvi GE. Five-year changes in periodontal parameters after apical surgery. *J Endod [Internet]*. 2011;37(7):910–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.03.024>
29. Kim S, Kratchman S. Modern Endodontic Surgery Concepts and Practice: A Review. *J Endod*. 2006;32(7):601–23.
30. Nasseh A. The rise of bioceramics. *Endod Prac*. 2009;21–5.
31. Best SM, Porter AE, Thian ES, Huang J. Bioceramics: Past, present and for the future. *J Eur Ceram Soc*. 2008;28(7):1319–27.
32. Antoniac I, Iliescu AA, Perlea P, Tulus G, Iliescu MG, Gheorghiu IM, et al. Bioceramics in Endodontics. *Bioceram Biocomposites*. 2019;241–90.
33. Malkondu Ö, Kazandağ MK, Kazazoğlu E. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *Biomed Res Int*. 2014;2014.
34. Singh H, Kaur M, Markan S, Kapoor P. *JBR Journal of Interdisciplinary Biodentine : A Promising Dentin substitute*. 2014;2(5):1–5.
35. Parirokh M, Torabinejad M. Calcium Silicate-Based Cements. *Miner Trioxide Aggreg Prop Clin Appl*. 2014;281–332.
36. Tuloglu N, Bayrak S. Comparative evaluation of mineral trioxide aggregate and bioaggregate as apical barrier material in traumatized nonvital, immature teeth: A clinical pilot study. *Niger J Clin Pract*. 2016;19(1):52–7.
37. Leal F, De-Deus G, Brandão C, Luna AS, Fidel SR, Souza EM. Comparison of the root-end seal provided by bioceramic repair cements and White MTA. *Int Endod J*. 2011;44(7):662–8.
38. Chybowski EA, Glickman GN, Patel Y, Fleury A, Solomon E, He J. Clinical Outcome of

- Non-Surgical Root Canal Treatment Using a Single-cone Technique with Endosequence Bioceramic Sealer: A Retrospective Analysis. *J Endod* [Internet]. 2018;44(6):941–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.02.019>
39. Lovato KF, Sedgley CM. Antibacterial activity of EndoSequence root repair material and ProRoot MTA against clinical isolates of enterococcus faecalis. *J Endod* [Internet]. 2011;37(11):1542–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.06.022>
 40. Zordan-Bronzel CL, Esteves Torres FF, Tanomaru-Filho M, Chávez-Andrade GM, Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru JM. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate-based Sealer, Bio-C Sealer. *J Endod*. 2019;45(10):1248–52.
 41. Santos AD, Araújo EB, Yukimitu K, Barbosa JC, Moraes JCS. Setting time and thermal expansion of two endodontic cements. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2008;106(3):77–9.
 42. Pawar A, Kokate S, Shah R. Management of a large periapical lesion using Biodentine™ as retrograde restoration with eighteen months evident follow up. *J Conserv Dent*. 2013;16(6):573–5.
 43. Kokate SR, Pawar A. An in vitro comparative stereomicroscopic evaluation of marginal seal between MTA, glass ionomer cement & biodentine as root end filling materials using 1 % methylene blue as tracer. *Endodontology*. 2010;23(7):36–42.
 44. Hansen SW, Marshall JG, Sedgley CM. Comparison of intracanal endosequence root repair material and proroot MTA to induce pH changes in simulated root resorption defects over 4 weeks in matched pairs of human teeth. *J Endod* [Internet]. 2011;37(4):502–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.01.010>
 45. Benetti F, Queiroz ÍO de A, Cosme-Silva L, Conti LC, de Oliveira SHP, Cintra LTA. Cytotoxicity, biocompatibility and biomineralization of a new ready-for-use bioceramic repair material. *Braz Dent J*. 2019;30(4):325–32.
 46. Trope M, Yesilsoy C, Koren L, Moshonov J, Friedman S. Effect of different endodontic treatment protocols on periodontal repair and root resorption of replanted dog teeth. *J Endod*. 1992;18(10):492–6.
 47. Damas BA, Wheeler MA, Bringas JS, Hoen MM. Cytotoxicity comparison of mineral trioxide aggregates and endosequence bioceramic root repair materials. *J Endod* [Internet]. 2011;37(3):372–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2010.11.027>
 48. Tanomaru-Filho M, Chaves Faleiros FB, Saçaki JN, Hungaro Duarte MA, Guerreiro-Tanomaru JM. Evaluation of pH and Calcium Ion Release of Root-end Filling Materials Containing Calcium Hydroxide or Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod*. 2009;35(10):1418–21.
 49. Torres FFE, Guerreiro-Tanomaru JM, Bosso-Martelo R, Chavez-Andrade GM, Tanomaru Filho M. Solubility, porosity and fluid uptake of calcium silicate-based cements. *J Appl oral Sci*. 2018;26:1–8.
 50. Fridland M, Rosado R. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *J Endod*. 2003;29(12):814–7.
 51. Zhejun W. Bioceramic materials in endodontics. *Endod Top*. 2015;267(4):559–60.
 52. Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT. Biomineralization Ability and Interaction of Mineral Trioxide Aggregate and White Portland Cement With Dentin in a Phosphate-containing Fluid. *J Endod* [Internet]. 2009;35(5):731–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2009.02.011>
 53. Zhou HM, Shen Y, Wang ZJ, Li L, Zheng YF, Häkkinen L, et al. In vitro cytotoxicity

- evaluation of a novel root repair material. *J Endod*. 2013;39(4):478–83.
54. Treviño Contreras AL. Análisis de biocompatibilidad de tres cementos de sellado apical a base de silicato de calcio. 2014;2(3):1–74. Available from: <http://cd.dgb.uanl.mx/handle/201504211/6004>
 55. Nair PNR, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after “one-visit” endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2005;99(2):231–52.
 56. Poggio C, Trovati F, Ceci M, Colombo M, Pietrocola G. Antibacterial activity of different root canal sealers against *Enterococcus faecalis*. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(6):e743–8.
 57. Özyürek T, Demiryürek E. Comparison of the antimicrobial activity of direct pulp-capping materials: Mineral trioxide aggregate-Angelus and Biodentine. *J Conserv Dent*. 2016;19(6):569–72.
 58. Mohammadi Z, Shalavi S, Yazdizadeh M. Antimicrobial Activity of Calcium Hydroxide in Endodontics: A Review. *Chonnam Med J*. 2012;48(3):133.
 59. Polimeni G, Xiropaidis A V., Wikesjö UME. Biology and principles of periodontal wound healing/regeneration. *Periodontol 2000*. 2006;41(1):30–47.
 60. Martin P. Wound healing - Aiming for perfect skin regeneration. *Science* (80-). 1997;276(5309):75–81.
 61. Wikesjö UM, Selvig KA. Periodontal wound healing/regeneration. *J Clin Periodontol*. 1999;37(7):667–74.
 62. Aukhil I. Biology of wound healing. *Periodontol 2000*. 2000;22(1):44–50.
 63. Miracle AC, Mukherji SK. Conebeam CT of the head and neck, part 1: Physical principles. *Am J Neuroradiol*. 2009;30(6):1088–95.
 64. Nejaim Y, De Faria Vasconcelos K, Roque-Torres GD, Meneses-López A, Norberto Bóscolo F, Haiter Neto F. Racionalización de la dosis de radiación. *Rev Estomatológica Hered*. 2015;25(3):238.
 65. Farman AG, Scarfe WC. The Basics of Maxillofacial Cone Beam Computed Tomography. *Semin Orthod* [Internet]. 2009;15(1):2–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.sodo.2008.09.001>
 66. Celikten B, Jacobs R, deFaria Vasconcelos K, Huang Y, Nicolielo LFP, Orhan K. Assessment of Volumetric Distortion Artifact in Filled Root Canals Using Different Cone-beam Computed Tomographic Devices. *J Endod* [Internet]. 2017;43(9):1517–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2017.03.035>
 67. Jain S, Choudhary K, Nagi R, Shukla S, Kaur N, Grover D. New evolution of cone-beam computed tomography in dentistry: Combining digital echnologies. *Imaging Sci Dent*. 2019;49(3):179–90.
 68. Tyndall DA, Rathore S. Cone-Beam CT Diagnostic Applications: Caries, Periodontal Bone Assessment, and Endodontic Applications. *Dent Clin North Am*. 2008;52(4):825–41.
 69. Kiarudi AH, Eghbal MJ, Safi Y, Aghdasi MM, Fazlyab M. The applications of cone-beam computed tomography in endodontics: A review of literature. *Iran Endod J*. 2015;10(1):16–25.
 70. Urrútia G, Bonfill X. PRISMA declaration: A proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses. *Med Clin (Barc)*. 2010;135(11):507–11.
 71. Scottish Intercollegiate Guidelines Network. Sign 50. Diversity [Internet]. 2011;(November):2–105. Available from:

- www.sign.ac.uk/guidelines/published/numlist.html.
72. Needleman I. CONSORT 2010. *Br Dent J*. 1999;186(5):207.
 73. González de Dios J, Buñuel Álvarez J, González Rodríguez M. Listas guía de comprobación de estudios observacionales : declaración STROBE. *Evidencias en pediatría* [Internet]. 2012;8:1–5. Available from: <http://archivos.evidenciasenpediatria.es/files/41-11705-RUTA/65Fundamentos.pdf>
 74. Gagnier JJ, Kienle G, Altman DG, Moher D, Sox H, Riley D. The CARE guidelines: Consensus-based clinical case reporting guideline development. *Forsch Komplementarmed*. 2013;20(5):385–6.
 75. Higgins J, Sterne J, Savović J, Page M, Hrobjartsson A, Bourton I, et al. Revised Cochrane risk of bias tool for randomized trials (RoB 2.0). *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;1(10).
 76. Murad MH, Sultan S, Haffar S, Bazerbachi F. Methodological quality and synthesis of case series and case reports. *Evid Based Med*. 2018;23(2):60–3.
 77. Mangat, Panna; Muni, Sagarika; Singh A. Clinical evaluation of three different retrograde filling material (MTA, BIOCERAMIC, BIODENTINE) after apicoectomy utilizing cone beam computed tomography. *Int J Dev Res*. 2007;2005(45):3–17.
 78. Raina Ajaz, Afnan; Ayub Bin, Faizan; Mangat PBM. Clinical and radiographic evaluation of three different retrograde filling materials-mineral trioxide aggregate, mineral trioxide aggregate plus and biodentin in cases of endodontic surgery utilizing cone beam computed tomography clinical research. *J Ayurveda Integr Med*. 2020;11(3):316–21.
 79. Tomer AK, Miglani A, Rana S, Chauhan P, Nagarjuna P. Clinical Evaluation of two Different Filling Materials In Case Of Endodontic Surgery (Mineral Trioxide Aggregate and Biodentin - Case Reports. 2017;16(1):113–8.
 80. Safi C, Kohli MR, Kratchman SI, Setzer FC, Karabucak B. Outcome of Endodontic Microsurgery Using Mineral Trioxide Aggregate or Root Repair Material as Root-end Filling Material: A Randomized Controlled Trial with Cone-beam Computed Tomographic Evaluation. *J Endod*. 2019;45(7):831–9.
 81. Larreal De Rocha S. Cambios óseos posterior a cirugía perirradicular utilizando biocerámico mediante tomografía computarizada de rayo de cono (reporte de caso).
 82. Abu Hasna A, Pereira Santos D, Gavlik De Oliveira TR, Pinto ABA, Pucci CR, Lage-Marques JL. Apicoectomy of Perforated Root Canal Using Bioceramic Cement and Photodynamic Therapy. *Int J Dent*. 2020;2020:18–20.
 83. Kang S, Ha S-W, Kim U, Kim S, Kim E. A One-Year Radiographic Healing Assessment after Endodontic Microsurgery Using Cone-Beam Computed Tomographic Scans. *J Clin Med*. 2020;9(11):3714.
 84. Kim D, Ku H, Nam T, Yoon TC, Lee CY, Kim E. Influence of Size and Volume of Periapical Lesions on the Outcome of Endodontic Microsurgery: 3-Dimensional Analysis Using Cone-beam Computed Tomography. *J Endod* [Internet]. 2016;42(8):1196–201. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2016.05.006>
 85. von Arx T, Janner SFM, Hänni S, Bornstein MM. Radiographic Assessment of Bone Healing Using Cone-beam Computed Tomographic Scans 1 and 5 Years after Apical Surgery. *J Endod*. 2019;45(11):1307–13.
 86. Gatewood RS. Endodontic Materials. *Dent Clin North Am*. 2007;51(3):695–712.
 87. Mokbel N, Kassir A, Naaman N, Megarbane J-M. Root Resection and Hemisection Revisited. Part I: A Systematic Review. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2019;39(1):e11–31.

88. de Paula-Silva FWG, Júnior MS, Leonardo MR, Consolaro A, da Silva LAB. Cone-beam computerized tomographic, radiographic, and histologic evaluation of periapical repair in dogs' post-endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* [Internet]. 2009;108(5):796–805. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.06.016>
89. Balasundaram A, Shah P, Hoen MM, Wheeler MA, Bringas JS, Gartner A, et al. Comparison of cone-beam computed tomography and periapical radiography in predicting treatment decision for periapical lesions: A clinical study. *Int J Dent*. 2012;2012.
90. Molven O, Halse A, Grung B. Incomplete healing (scar tissue) after periapical surgery - Radiographic findings 8 to 12 years after treatment. *J Endod*. 1996;22(5):264–8.
91. Gouveia EéG, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, Dos Santos Nunes Reis JM, Spin-Neto R, Gonçalves M. Periapical repair following endodontic surgery: Two- and Three-dimensional imaging evaluation methods. *Braz Dent J*. 2015;26(1):69–74
92. Kruse C, Spin-neto R, Reibel J, Wenzel A, Kirkevang L. Diagnostic validity of periapical radiography and CBCT for assessing periapical lesions that persist after endodontic surgery. *Dentomaxillofacial Radiol*. 2017;46(7).
93. Chen I, Karabucak B, Wang C, Wang HG, Koyama E, Kohli MR, et al. Healing after root-end microsurgery by using mineral trioxide aggregate and a new calcium silicate-based bioceramic material as root-end filling materials in dogs. *J Endod* [Internet]. 2015;41(3):389–99. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2014.11.005>
94. Shen J, Zhang H, Gao J, Du X, Chen Y, Han L. Short-term observation of clinical and radiographic results of periapical microsurgery: A prospective study. *Biomed Res*. 2016;27(3):923–8.
95. Shinbori N, Grama AM, Patel Y, Woodmansey K, He J. Clinical Outcome of Endodontic Microsurgery That Uses EndoSequence BC Root Repair Material as the Root-end Filling Material. *J Endod* [Internet]. 2015;41(5):607–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2014.12.028>