



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Odontología
Especialidad en Endodoncia



Esterilización por autoclave y su efecto en las limas endodónticas: revisión sistemática

TESINA PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

PRESENTA:

C.D. José Luis Mendoza Chavez

ASESOR DE TESIS: Dra. Gabriela López Torres

COASESOR DE TESIS: Dr. Benigno Miguel Calderón Rojas

Morelia, Michoacán, México

Noviembre 2025

Dedicatoria

A mis padres

Ma. Magdalena Chavez Canela

Jose Luis Mendoza Valencia

A mis hermanos

Magda Alicia Mendoza Chavez

Stacy Mendoza Chavez

Alejandro Mendoza Chavez

Agradecimientos

Primeramente, quiero agradecer a Dios.

A mis padres Magdalena y Jose Luis, que gracias a ellos estoy terminando uno de mis sueños, que siempre me han apoyado, han creído en mí, me han alentado a buscar el éxito y mi felicidad, y por ser parte de todo este proceso de este desarrollo personal y profesional.

A mis hermanas y hermano, Magda Alicia, Stacy y Alejandro que siempre me han alentado a ser mejor y me han apoyado.

A mi novia Noemi, por siempre estar presente, ayudarme y apoyarme en todo.

A la doctora Gaby por ser parte de mi formación, mi maestra y asesora de tesis.

Al doctor Benigno, por haberme ayudado durante el posgrado, por ser mi asesor de tesis y por ser parte de los doctores en mi formación profesional.

A mis maestros del posgrado, gracias por ayudarme a confiar en mí, por compartir sus conocimientos y por su amistad.

A mis amigos, que fueron parte de mi formación, que me alentaron a ser mejor y que juntos logramos cumplir la meta.

Índice

Dedicatoria	2
Agradecimientos	3
Índice	4
Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Capítulo 1. Marco Teórico	9
1.1 Antecedentes generales	9
1.1.1 Concepto de esterilización	9
1.1.2 Clasificación de los métodos de esterilización	9
1.1.3 Antecedentes históricos del autoclave	10
1.1.4 Mecanismo de acción del autoclave	10
1.1.5 Componentes principales del autoclave	11
1.1.6 Eficacia del autoclave.....	12
1.1.7 Controles y Verificadores biológicos	12
1.1.8 Endodoncia.....	13
1.1.9 Limas manuales.....	14
1.1.10 Limas rotatorias	15
1.2 Antecedentes específicos.....	16
2 Problema de estudio.....	17
2.1 Definición del problema.....	17
2.2 Pregunta de investigación	18
2.3 Justificación	18

2.4	Objetivos.....	19
2.4.1	Objetivo general.....	19
2.4.2	Objetivo específico.....	19
3	Materiales y métodos.....	19
4	Resultados.....	20
5	Discusión	37
6	Conclusiones	40
7	Referencias.....	41
8	Anexos.....	51

Resumen

Objetivo: Identificar el efecto de la esterilización por autoclave en las limas endodónticas.

Material y método: En la estrategia de búsqueda se utilizó la base de datos de PubMed y las palabras clave: “autoclave”, “endodontic” y “endodontics”. La fórmula de búsqueda fue: ((Autoclave) AND (Endodontic)) AND (Endodontics). Se incluyeron artículos originales en idioma inglés publicados entre el mes de enero del 2020 y agosto del 2025. Se excluyeron revisiones sistemáticas, metaanálisis, editoriales, cartas al editor, reportes de caso y artículos que no estuvieran relacionados con el tema. Se siguieron los lineamientos PRISMA en el desarrollo de este estudio.

Resultados: Una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión, se incluyeron un total de 25 artículos en los cuales se abordaron aspectos como la resistencia a la fatiga cíclica, la rugosidad superficial, riesgo a la fractura, fractura torsional, eficacia de corte de las limas y deformación interna. El tema más evaluado fue la resistencia a la fatiga cíclica (n = 17).

Conclusión: En la presente revisión sistemática se incluyeron un total de 25 artículos. Los estudios muestran efectos diversos de la esterilización por autoclave sobre la resistencia a la fatiga cíclica, la rugosidad superficial, riesgo de fractura, la fatiga torsional, la deformación interna y la eficacia de corte de las limas.

Palabras clave: autoclave, endodoncia, tratamiento endodóntico, esterilización

Abstract

Aim: To identify the effect of autoclave sterilization on endodontic files.

Materials and Methods: In the search strategy, the PubMed database and the keywords "autoclave," "endodontic," and "endodontics" were used. The query was: ((Autoclave) AND (Endodontic)) AND (Endodontics). Original articles in English published between January 2020 and August 2025 were included. Systematic reviews, meta-analyses, editorials, letters to the editor, case reports, and articles not related to the topic were excluded. The PRISMA guidelines were followed in the development of this study.

Results: After applying the inclusion and exclusion criteria, a total of 25 articles were included, addressing aspects such as cyclic fatigue resistance, surface roughness, risk of fracture, torsional fracture, cutting efficiency of files, and internal deformation. The most evaluated topic was the cyclic fatigue resistance (n = 17).

Conclusion: A total of 25 articles were included in this systematic review. The studies show diverse effects of autoclave sterilization on cyclic fatigue resistance, surface roughness, fracture risk, torsional fatigue, internal deformation, and the cutting efficiency of the files.

Keywords: autoclave, endodontics, endodontic treatment, sterilization.

Introducción

La endodoncia es la rama de la odontología que se encarga de estudiar la morfología y fisiología de la pulpa dental, así como la etiología, diagnóstico, prevención y tratamiento de la patología pulpar y su asociación a condiciones perirradiculares (Ingle, 2008). La instrumentación es una fase importante del tratamiento endodóntico, en ella se utilizan limas manuales y rotatorias que facilitan la eliminación de tejido pulpar, bacterias y sus subproductos, además de permitir la conformación adecuada del conducto para su posterior sellado. Messer et al. (2003) señalan que el reusó de las limas endodónticas es una práctica frecuente, evitando así un impacto importante en el costo de los tratamientos endodónticos.

Existe una amplia variedad de marcas y tipos de limas con diferentes aleaciones (Liang & Yue, 2022). La mayoría de los fabricantes de limas rotatorias y diversos autores recomiendan que sean de un solo uso, considerando esta como la opción más segura para prevenir fracturas, riesgo de contaminación cruzada y accidentes durante el tratamiento endodóntico (AlYamoor et al., 2020; Arens et al., 2003). Sin embargo, estudios realizados por otros autores sugieren que las limas podrían ser utilizadas varias veces (You et al., 2010; Wolcott et al., 2006). En este sentido es importante considerar el efecto que tienen los ciclos de esterilización en autoclave sobre las propiedades, estructura y desempeño de las limas. En la presente revisión sistemática se abordará el efecto que la esterilización por autoclave tiene sobre las limas endodónticas.

Marco Teórico

1.1 Antecedentes generales

1.1.1 Concepto de esterilización

Los instrumentos que son reutilizables pueden actuar como vehículos de agentes infecciosos si no se ejecutan de forma adecuada los procesos de esterilización, existiendo un riesgo de contaminación cruzada tanto para el clínico como para el paciente (Dioguardi et al., 2020). Gay y Berini (2003) describen la esterilización como “el escalón más alto en el cual se consigue la eliminación de todos los microorganismos incluidas las formas esporuladas (*Clostridium tetanii*, *Bacillus subtilis*)”. Por otra parte, el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades de Estados Unidos señala que “la esterilización destruye todos los microorganismos en la superficie de un artículo o en un líquido para prevenir la transmisión de enfermedades asociadas con el uso de ese elemento” (Rutala & Weber, 2008, p. 59). La esterilización se ha definido también como “la ausencia de elementos vivos” (Hargreaves & Cohen, 2010) o “la destrucción completa de los microorganismos” (Asociación Americana de Endodoncia [AAE], 2020).

1.1.2 Clasificación de los métodos de esterilización

La Guía para la Desinfección y Esterilización en Instalaciones de Atención Médica, 2008 elaborada por el CDC (2024) clasifica los métodos de esterilización de la siguiente manera:

- a) Esterilización por vapor
- b) Óxido de etileno
- c) Plasma de gas de peróxido de hidrógeno
- d) Ácido peracético
- e) Otros métodos de esterilización, por ejemplo:

- Radiación ionizante
- Calor seco
- Vapor de formaldehído
- Perlas de cristal
- Peróxido de hidrógeno vaporizado
- Radiación infrarroja

De estas alternativas de esterilización, la más utilizada entre los endodoncistas es el autoclave (Lunelli et al., 2017). De tal manera que a continuación se presenta una descripción sobre los antecedentes históricos, mecanismo de acción y su eficacia.

1.1.3 Antecedentes históricos del autoclave

El primer prototipo de autoclave llamado digestor a vapor fue desarrollado por Denis Papin en 1679 (Agarwal & Khan, 2018), pasaron dos siglos para que en 1884 el microbiólogo francés Charles Chamberland añadiera mejoras al antiguo diseño inventando así el autoclave; dos años después, en 1886, Ernst Von Bergmann introduce el autoclave para la esterilización de instrumentos quirúrgicos (Smith et al., 2018). Con el surgimiento del VIH/SIDA y la creciente prevalencia de la hepatitis B y C en la década de 1980, se impulsó la implementación de protocolos más estrictos para el manejo de instrumental punzocortante, favoreciendo la adopción de barreras de protección y el uso de autoclaves (Nield, 2020).

1.1.4 Mecanismo de acción del autoclave

El mecanismo de acción del autoclave es un proceso irreversible que actúa por coagulación proteica, sobre los ácidos nucleicos y por liberación de constituyentes intracelulares de bajo peso molecular, destruyendo todos los microorganismos. Para la

esterilización, el instrumental debe ser empaquetado en bolsas específicas que permitan la penetración del vapor de agua dentro de la bolsa. Entre los ciclos de esterilización están: 134 °C/7 minutos con 2 atm o 15 psi, 121 °C/20 minutos con 1 atm o 15 psi (Canalda & Brau, 2014).

1.1.5 Componentes principales del autoclave

Según el “Manual de esterilización para centros de salud” de la Organización Panamericana de la Salud (Acosta-Gnass & Andrade, 2008), los principales componentes que conforman el autoclave presentan las siguientes características:

1. Recipiente de alta presión con tapa junta:
 - Contenedor que calienta agua para generar vapor bajo presión.
 - La junta con tapa y el recipiente evita fugas de vapor durante la operación.
2. Cámara esterilizadora:
 - Espacio en el cual se coloca el instrumental a esterilizar.
3. Mecanismo de cerradura (tornillos o bayoneta)
 - Asegura el cierre hermético de la tapa.
4. Válvula de control de presión:
 - Regula y mantiene la presión interna adecuada durante el ciclo de esterilización.
5. Válvula de seguridad:
 - Actúa como mecanismo de emergencia si falla la válvula de control.
 - Permite liberar la presión en exceso para evitar una explosión.
6. Mecanismo de expulsión de aire (purgador):
 - Permite eliminar el aire de la cámara, lo cual es esencial para una esterilización correcta.

1.1.6 Eficacia del autoclave

El autoclave ha demostrado ser el método más eficaz para la esterilización. Al respecto, Kotwal et al. (2021) señalan que el autoclave presenta mejores resultados en el proceso de esterilización en comparación con los rayos ultravioleta y el glutaraldehído, al mostrar una diferencia significativa en la reducción de la carga bacteriana. En otro estudio, realizado por Ameer et al. (2022), se demuestra que el autoclave es un método que garantiza una completa esterilización en comparación con el glutaraldehído y las perlas de vidrio.

Así mismo, un estudio comparativo del efecto entre la esterilización térmica y química sobre impresiones de polivinilsiloxano, realizado por Asopa et al. (2020), demostró que ambas técnicas de esterilización son efectivas, sin embargo, el glutaraldehído altera las dimensiones de las impresiones. Por su parte, el estudio realizado por Kolstad (1998) determinó la capacidad de esterilización del vapor químico y el vapor (autoclave) para la esterilización de piezas de mano; sus resultados indican que el autoclave fue más eficaz debido a su capacidad de penetración, a comparación del vapor químico que no fue efectivo en las zonas de difícil acceso.

1.1.7 Controles y verificadores biológicos

Los odontólogos están expuestos a diferentes fuentes de infecciones como: sangre, instrumentos contaminados, saliva etc., que pueden originar contaminación cruzada y transmitir distintas enfermedades a pacientes o personal odontológico. La *Norma Oficial Mexicana NOM-013-SSA2-2015, Para la Prevención y control de enfermedades bucales* señala que los consultorios estomatológicos deben de contar con equipos de esterilización de vapor a presión (autoclave), a los cuales se deben de aplicar testigos biológicos cada dos meses como control de calidad de los ciclos de esterilización llevando así el registro de

los resultados y teniendo control sobre la eficacia del material esterilizado (Secretaría de Salud, 2016).

Los testigos o indicadores biológicos son dispositivos de monitoreo inoculados con esporas de *Geobacillus stearothermophilus*, una bacteria altamente termorresistente, la cual es introducida dentro del esterilizador a su ciclo normal de esterilización y al final del ciclo es retirada, incubándolo de 24 a 48 horas; un cambio de coloración en el testigo biológico indica crecimiento de esporas y presencia de bacterias, por el contrario, la ausencia de cambio corresponde a un resultado negativo demostrando ausencia de bacterias y un correcto proceso de esterilización (Rosales García, 2021).

Los indicadores biológicos se dividen en 3 generaciones: la primera generación es una tira de papel impregnada de *Geobacillus stearothermophilus* la cual se incuba durante 7 días para la obtención de resultados; la segunda generación es una ampollita inoculada con la misma bacteria incubada de 24 a 48 horas y la tercera generación es una ampollita inoculada que da resultados en 60 minutos, reduciendo significativamente el tiempo para verificar el proceso de esterilización (Rutala et al., 1996). En un estudio realizado por Rams et al. (2022), se evaluó la confiabilidad de pruebas biológicas rápidas para la esterilización de instrumentos, para ello una prueba de indicador biológico tradicional de segunda generación se comparó con una nueva prueba de tercera generación con un tiempo de incubación de 20 minutos, concluyendo que ambas pruebas son confiables y se pueden utilizar en los consultorios dentales.

1.1.8 Endodoncia

La endodoncia es la rama de la odontología “que se ocupa de la morfología, la fisiología y la patología de la pulpa dental y los tejidos periapicales humanos, así como de la prevención y el tratamiento de enfermedades y lesiones relacionadas con estos tejidos” (Torabinejad et al., 2021, p. VIII).

El éxito de un tratamiento endodóntico depende de la reducción de bacterias, sellado hermético de la obturación y la restauración post endodóntica (Chandra, 2009). La preparación químico-mecánica se puede considerar una fase muy importante del tratamiento endodóntico ya que además de conformar los conductos para una obturación adecuada, la irrigación reduce el número de bacterias, tejido necrótico y productos bacterianos dentro del conducto (Gomes et al., 2023).

Para la conformación de los conductos radiculares se emplean limas endodónticas, según Hargreaves & Cohen (2011) se clasifican en manuales y rotatorias.

1.1.9 Limas manuales

Tiranervios y raspadores

No cortan ni actúan sobre el tejido dentinario, fabricados cortando un alambre ahusado redondo con una hoja formando rebabas separadas, fueron los primeros instrumentos empleados para extirpar la pulpa.

Limas tipo K

Instrumentos con estrías utilizados para penetrar, contornear la dentina y ensanchar los conductos radiculares, fabricados de alambre de acero inoxidable que se contornea en una sección ahusada cuadrada o triangular y posteriormente se torsiona creando así la lima.

Limas tipo H

Estas limas tienen bordes con estrías que les permiten cortar al realizar movimientos de propulsión, son fabricados por una varilla ahusada a partir de la cual se tornea una estría única continua.

1.1.10 Limas rotatorias

La aleación Níquel Titanio, llamado nitinol, fue desarrollada en el “Naval Ordnance Laboratory” de los Estados Unidos en 1963 (Buehler et al., 1963). En 1988, Walia et al. evaluaron por primera vez las propiedades de las limas manuales NiTi, demostrando que son hasta tres veces más flexibles que las limas de acero inoxidable siendo más resistentes a las fracturas por torsión en sentido horario y antihorario debido a la ductilidad de esta aleación.

Se les reconoce como los fundadores de las limas rotatorias de níquel titanio a McSpadden y Johnson; en 1992, el Dr. John Thomas McSpadden diseñó la primera lima rotatoria con conicidad de 0.02, dos años después, en 1994, el Dr. Ben Johnson diseñaría limas rotatorias con conicidades de 0.04 y 0.06 (Haapasalo & Shen, 2013).

La aleación NiTi está formada por 55% níquel y 45% titanio, las propiedades de elasticidad y efecto de memoria que tienen las limas NiTi dependen de las fases cristalográficas (austenita, martensita y fase r) que experimenta esta aleación (Tabassum et al., 2019).

El tratamiento térmico es el proceso de cambios de temperatura aplicados a las limas durante su fase R para modificar las temperaturas de transformación de la aleación de NiTi haciéndolas más flexibles y resistentes a las fracturas; existen tres tipos de aleaciones de NiTi con tratamiento térmico, Alambre M, Fase R y Alambre CM (Yahata et al., 2009).

A través del tiempo se han desarrollado más de 160 diferentes tipos de sistemas rotatorios de acuerdo con las necesidades requeridas y se continúan desarrollando aún más variando el diseño, movimiento de corte, aleación, etc., todo para la prevención de su fractura y facilitar el trabajo en los conductos radiculares (Liang & Yue, 2022).

1.2 Antecedentes específicos

Dioguardi et al. (2019) analizaron las variaciones en la resistencia a la fatiga torsional del alambre M, alambre de memoria controlada (CM) y las aleaciones de electroerosión (EDM) de los instrumentos endodónticos NiTi después de la esterilización por calor. Para la selección de artículos se siguieron los lineamientos PRISMA tomando como motores de búsqueda PubMed y Scopus. Los criterios de elegibilidad se formularon según la estrategia “PICO” incluyendo publicaciones en inglés, revisiones bibliográficas, estudios in vitro y estudios clínicos sobre la esterilización y su influencia en las propiedades mecánicas de los instrumentos endodónticos, realizados entre los años 1979 y 2019. Se utilizaron las siguientes fórmulas de búsqueda: “Endodontic sterilization”, “endodontic autoclave”, “cyclic fatigue” AND “sterilization” y “torsional” AND “sterilization”. Dos revisores independientes se encargaron del análisis y selección de los artículos y un tercer revisor participó como árbitro. Se incluyeron un total de 4 artículos, a partir de los cuales se concluyó que la esterilización por calor reduce la resistencia y flexibilidad de las limas NiTi lo que podría aumentar el riesgo de fractura.

Nighot et al. (2019) analizaron el efecto de los ciclos de autoclave en la topografía de la superficie de las limas rotatorias endodónticas de Ni-Ti. Los motores de búsqueda utilizados fueron PubMed, Google Académico y Research Gate. Los criterios de elegibilidad se formularon según la estrategia “PICOS” incluyendo publicaciones en inglés, estudios in vitro, estudios que evalúan el efecto de los ciclos de autoclave en la rugosidad superficial de las limas rotatorias de Ni-Ti publicados entre los años 2000 y 2018. Se excluyeron los artículos de revisión, informes de casos, resúmenes, cartas a editores y editoriales. Se utilizaron las siguientes fórmulas de búsqueda: “Autoclave”, “Autoclave cycles”, “Atomic force microscope”, “Surface roughness”, “Surface topography”, “Endodontic instruments”.

Se incluyeron un total de 6 artículos, a partir de los cuales se concluyó que el aumento en la rugosidad superficial está relacionado con el número de ciclos de esterilización por autoclave, lo cual puede comprometer la resistencia mecánica y aumentar el riesgo de fractura.

Silva et al. (2020) realizaron una revisión sistemática para evaluar si los ciclos de esterilización en autoclave influyen en la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos de níquel-titanio (NiTi) tratados térmicamente. Para la selección de artículos se siguieron los lineamientos PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses), tomando como motores de búsqueda las bases de datos PubMed, Scopus, Cochrane, Web of science, Science Direct y Open Grey. Los criterios de elegibilidad se formularon según la estrategia "PICOS" (Population, Intervention, Comparison, Outcome, and Study design) incluyendo estudios en idioma inglés que evaluaron instrumentos NiTi con tratamiento térmico sometidos a autoclave, estudios comparativos con limas que no fueron esterilizadas en autoclave, evaluaciones de resistencia a la fatiga. Se incluyeron un total de 5 artículos, A partir de los cuales se concluyó que los procedimientos de esterilización en autoclave si influyen en la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos de NiTi tratados térmicamente.

Problema de estudio

2.1 Definición del problema

El tratamiento endodóntico comprende varias etapas, siendo la limpieza químico-mecánica una de ellas. Las limas manuales y rotatorias son utilizadas para retirar tejido orgánico e inorgánico y conformar los conductos radiculares. Messer et al. (2003) señalan que el uso único de las limas rotatorias tendría un impacto importante en el costo del

tratamiento endodóntico y en la retribución económica del profesional, lo cual hace que el reusó del instrumental sea una práctica común para reducir costos. Al respecto, Buchanan y Warren (2019) mencionan que las limitaciones económicas, especialmente en los países en desarrollo, representan una alta probabilidad de que las limas endodónticas sigan siendo reutilizadas. Las limas manuales y rotatorias son sometidas a limpieza y esterilización antes de ser utilizadas nuevamente buscando con ello evitar la contaminación cruzada, sin embargo, los procesos de esterilización, el calor y la presión del autoclave podrían afectar la estructura de las limas.

2.2 Pregunta de investigación

¿Cómo afecta la esterilización por autoclave a las limas endodónticas?

2.3 Justificación

Los instrumentos NiTi poseen resistencia a la torsión y alta flexibilidad comparada con las limas de acero manuales, ya que al usarlos pueden disminuir los desgastes indeseables en los conductos radiculares (Walia et al., 1988). La ventaja de la instrumentación rotatoria es la velocidad de preparación de los conductos, sin embargo, presenta el inconveniente de la fractura (Moradas, 2017).

Es importante conocer el grado de desgaste que tienen las limas endodónticas después de su uso en los conductos radiculares, así como los efectos que pueden generar los procesos de esterilización por autoclave, ya que el número de ciclos de esterilización podría generar un desgaste en la superficie de las limas y conducir a la fractura del instrumento.

Esta revisión sistemática brindara a estudiantes, docentes y especialistas del área endodóntica información relevante y actualizada sobre el efecto que tiene la esterilización con autoclave sobre las limas endodónticas. Los resultados del presente estudio auxiliaran

al clínico en la valoración de la viabilidad y seguridad del uso repetitivo del instrumento, lo que impactaría en el éxito del tratamiento endodóntico.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

Identificar el efecto de la esterilización por autoclave en las limas endodónticas.

2.4.2 Objetivo específico

- Identificar los efectos de la esterilización por autoclave en la resistencia a la torsión de las limas endodónticas.
- Determinar si existe una relación entre el estado de la superficie de las limas y la esterilización por autoclave.

3. Materiales y métodos

Para la selección de artículos se siguieron los lineamientos PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis) tomando como motor de búsqueda la base de datos de PubMed. Se emplearon las siguientes palabras clave: “autoclave”, “endodontic” y “endodontics. La fórmula de búsqueda fue: ((Autoclave) AND (Endodontic)) AND (Endodontics). Se incluyeron los artículos que cumplieran con las siguientes características: artículos originales en idioma inglés publicados entre el mes de enero del 2020 y agosto del 2025. Se excluyeron las revisiones sistemáticas, metaanálisis, editoriales, cartas al editor, reportes de caso, artículos en los que se utilizó el autoclave para esterilizar material o instrumental que no fueran limas endodónticas, artículos publicados antes de enero del 2020 y artículos en otro idioma que no sea inglés. Dos revisores independientes se encargaron del análisis y selección de los artículos y un tercer revisor participó como árbitro.

4. Resultados

La búsqueda inicial realizada en PubMed arrojó un total de 252 artículos, posterior a la aplicación del filtro de fecha quedaron 91 artículos. Dos revisores de manera independiente, después de analizar los títulos y resúmenes, excluyeron 66 artículos; de tal manera que quedaron 25 documentos, de los cuales los revisores discreparon en 3, por lo tanto, un tercer revisor fungió como árbitro para su inclusión final, dando como resultado 25 artículos recuperados que cumplieron con todos los criterios y fueron seleccionados para la revisión (Figura 1). A continuación, se presenta una breve síntesis de los artículos incluidos.

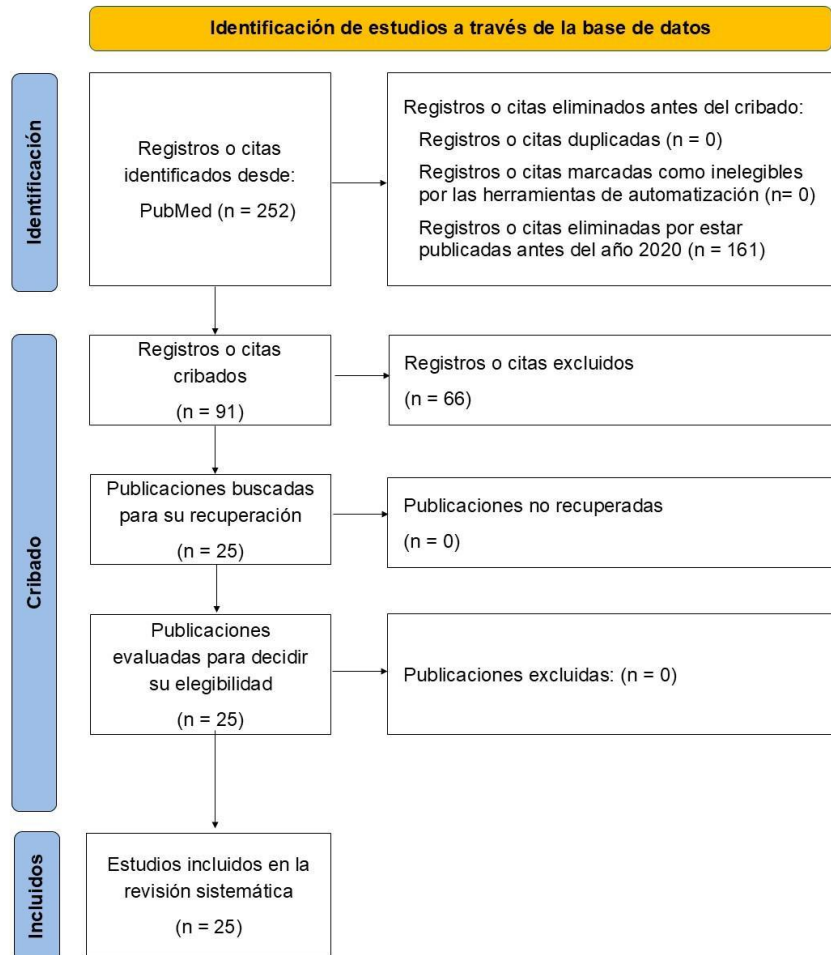


Figura 1. Diagrama de PRISMA indicando el proceso de selección de los artículos.

Kim et al. (2020) evaluaron el efecto que la esterilización en autoclave tiene sobre la resistencia a la fatiga cíclica y fractura torsional en limas ProTaper Universal, K3FX, TF Adaptive y HyFlex EDM. Se utilizaron 60 limas divididas en 2 grupos: fatiga cíclica y fractura torsional. El grupo de fractura cíclica se dividió en 3 grupos; Grupo A: 10 limas sin esterilizar, Grupo B: 10 limas con 10 ciclos de esterilización, de 15 min a 132°C, con autoclave (Delta Clave s410; Delta Medical Co., Ansan, Korea) y Grupo C: 10 limas con 1 ciclo de esterilización. Con un motor eléctrico las limas se activaron hasta la fractura. El grupo de fractura torsional se dividió en 3 grupos; Grupo A: no esterilizadas, Grupo B: 3 ciclos y Grupo C: 7 ciclos de esterilización. Un torquímetro automatizado de laboratorio giró las limas en sentido horario a 2 rpm hasta la fractura. Los resultados mostraron que HyFlex EDM presentó la mayor resistencia a la fatiga cíclica y ProTaper Universal tuvo mayor resistencia a la fractura torsional. Se concluyó que la esterilización en autoclave no afecta la resistencia a la fatiga cíclica o fractura torsional.

Arias et al. (2020) compararon el efecto de la esterilización en autoclave y rayos gamma en la resistencia a la fatiga cíclica de limas NiTi: HyFlex EDM (HEDM) y TRUShape (TS). Se utilizaron 176 limas divididas en 2 grupos (HEDM y TS) y 4 subgrupos de 22 limas: A) HEDM esterilizadas por rayos gamma, B) HEDM esterilizadas por autoclave, C) TS esterilizadas por rayos gamma y D) TS esterilizadas por autoclave. Se utilizó un autoclave (Getinge USA Model 733HC-E series steam sterilizer) en ciclos de 4 minutos a 136 °C. En un conducto simulado, se activaron las limas siguiendo las recomendaciones del fabricante, y girando hasta observar la fractura. Los resultados muestran que la lima HEDM presentó mayor resistencia a la fatiga cíclica y se benefició con la esterilización por rayos gamma, manteniéndola en estado martensita por más tiempo, proporcionándole mayor flexibilidad mientras trabaja; sin embargo, al esterilizarla por autoclave se revirtieron los beneficios. Se

concluyó que la esterilización por autoclave y por rayos gamma afecta a las limas de manera distinta.

Khabadze et al. (2020) investigaron los cambios en la estructura cristalina de los instrumentos rotatorios NiTi ProTaper después de varios ciclos de esterilización con autoclave (Euroklav 23VS PLUS MELAG Medizintechnik, Berlin, Germany). Se utilizaron 21 limas ProTaper Universal divididas en 3 grupos según 1, 4 y 7 ciclos de esterilización a 134°C por 26 minutos. Mediante espectroscopio y microscopio electrónico de barrido se analizaron las imperfecciones en la superficie y los cambios en la estructura cristalina. Los resultados mostraron una disminución en hierro, cobalto, zinc, entre otros elementos, así como pérdida de filo en la punta de las limas tras varios ciclos de esterilización. Se concluyó que los ciclos repetidos de esterilización incrementan la deformación interna, riesgo de fractura y reduce la eficacia de corte.

Sharroufna y Mashyakhy (2020) evaluaron el efecto en la resistencia a la fatiga cíclica de tres limas NiTi con tratamiento térmico, Vortex Blue, EdgeFile X7 y TRUShape, después de múltiples ciclos de esterilización. Se utilizaron 72 limas rotatorias divididas en 3 grupos con dos subgrupos de 12 limas, esterilizadas y no esterilizadas; los instrumentos esterilizados fueron sometidos a 10 ciclos de 35 minutos a 134°C. Las limas fueron activadas utilizando un motor eléctrico adaptado con un contrángulo girando a 300 rpm hasta el momento de su fractura. Los resultados demostraron que la lima EdgeFile X7 tuvo una diferencia significativa, siendo mayor la resistencia en la lima esterilizada, Vortex Blue y TRUShape no mostraron diferencia significativa. Se concluyó que las limas NiTi esterilizadas son más resistentes a la fatiga cíclica.

Gayatri et al. (2021) evaluaron los efectos de esterilización en autoclave en la resistencia a la fatiga cíclica de limas rotatorias nuevas con tratamiento térmico, Neolix Neoniti, EdgeFiles y Neoendo Flex files. Se utilizaron 45 limas divididas en 3 grupos con 3

subgrupos: no esterilizadas, 1 y 5 ciclos de esterilización utilizándose un autoclave a 121 °C por 15 minutos. Se empleo un endomotor a 300 rpm hasta la separación de la lima. Los resultados mostraron que Neolix Neoniti fue la lima más resistente a la fatiga cíclica. Se concluyó que con el incremento de ciclos de esterilización se reduce la resistencia a la fatiga cíclica de las limas NiTi con tratamiento térmico.

Kamali y Turkeydin (2021) evaluaron la resistencia a la fatiga cíclica y capacidad de conformación de limas de NiTi después de varios usos. Se utilizaron 120 bloques de resina divididos en 3 grupos: HyFlex CM, ProTaper Next y Twisted File. Cada grupo se dividió en 4 subgrupos según 1, 2, 3 o 4 ciclos de instrumentación y esterilización. Una autoclave a 134 °C durante 10 minutos por ciclo se utilizó para esterilizar. Se instrumentó con un endomotor a 300 rpm para ProTaper y 500 rpm para HyFlex CM y Twisted File. Los resultados mostraron que ProTaper removi6 más materia y presentó mayor transportación en el nivel medio. Las limas Twisted File presentaron mayor resistencia a la fatiga cíclica. Se concluyó que los ciclos repetitivos de esterilización no afectaron la resistencia a la fatiga cíclica.

Özdemir et al. (2021) evaluaron los efectos en la superficie de las limas ProTaper Next, TF Adaptive, HyFlex CM y 2Shape después de varios ciclos de esterilización. Se utilizaron 24 limas divididas en 4 grupos con 2 subgrupos: no esterilizadas y esterilizadas con 5 ciclos empleando un autoclave (SMB-SSD-450 Steam Sterilizers, Sterilmed Medical, Ankara, Turkey) a 121 °C por 20 minutos. Se utilizo un microscopio electrónico de barrido para analizar la superficie y un microscopio de fuerza atómica para observar las rugosidades de la lima y cambios después de las esterilizaciones. Los resultados arrojaron que las limas HyFlex no tuvieron cambios significativos tras los ciclos de esterilización a diferencia de ProTaper Next, TF Adaptive y 2Shape que sí mostraron cambios en su superficie.

Peraça et al. (2021) evaluaron el efecto que el número de usos y ciclos de esterilización tiene sobre el área instrumentada y la resistencia a la fractura de WaveOne Gold (WOG) y Reciproc Blue (RB). Un total de 200 bloques de resina se instrumentaron utilizando 20 limas divididas en 4 grupos: A) 5 limas WOG no esterilizadas, B) 5 limas WOG esterilizadas C) 5 limas RB no esterilizadas y D) 5 limas RB esterilizadas. Se empleó una autoclave a 121 °C por 30 minutos entre cada ciclo. Se utilizó una cámara Nikon y el software ImageJ para evaluar antes y después de la instrumentación. Los resultados señalaron que RB tuvo mayor resistencia a la fractura; en la instrumentación Reciproc Blue no esterilizada presentó mayores áreas instrumentadas. La conclusión muestra que los ciclos de esterilización no influyeron en la resistencia a la fractura, sin embargo, el área instrumentada se redujo con el aumento de usos de WaveOne Gold y Reciproc Blue.

Almohareb et al. (2022) compararon los efectos por la esterilización en la superficie de dos instrumentos NiTi sometidos a diferentes tratamientos de fabricación. Se utilizaron 30 limas divididas en 2 grupos: RACE y RACE EVO con 5 subgrupos de acuerdo con su ciclo de esterilización (0, 1, 3, 5 y 10 ciclos), empleándose un autoclave (Steris Amsco century prevac steam sterilizer, v 148h, United States) a 132 °C por 4 minutos en cada ciclo. Se utilizó un microscopio electrónico de barrido observando los 3 mm de la punta de la lima para detectar defectos y el software ImageJ para evaluar la rugosidad en la superficie de las limas. Los resultados mostraron que a partir del primer ciclo de esterilización la rugosidad de las limas RACE y RACE EVO disminuyeron progresivamente hasta el décimo ciclo en donde las limas disminuyeron significativamente su rugosidad superficial. Se concluyó que después de 10 ciclos de esterilización, RACE y RACE EVO disminuyeron significativamente los valores de rugosidad superficial.

El Abed et al. (2022) evaluaron la resistencia a la fractura de limas NiTi con tratamiento térmico después de ser usadas y esterilizadas. Se utilizaron limas ProTaper

Gold (n=30) y TruNatomy (n=30) divididas en 3 subgrupos: a) no esterilizadas, b) instrumentadas sin esterilizar, y c) instrumentadas con 1 ciclo de esterilización mediante una autoclave a 132 °C por 30 minutos. Se utilizó una placa metálica asemejándose a un conducto radicular, se instrumentó con ProTaper Gold (300 rpm) y TruNatomy (500 rpm) hasta la separación de las limas. Por medio de microscopio electrónico de barrido se observó la topografía superficial de las limas. Los resultados mostraron que TruNatomy tuvo mayor resistencia a la fatiga cíclica; con relación a la superficie topográfica, TruNatomy presentó más microgrietas en el área de la fractura. Se concluyó que la esterilización sí afecta a las limas según la geometría y las características de la aleación.

Khabadze et al. (2022) determinaron el límite de resistencia a la fatiga cíclica y signos de ruptura de la lima NiTi COXO SC PRO. Se utilizaron 5 limas (02/19, 14/20, 14/25, 06/25 y 04/35) las cuales se sometieron a 3 pruebas: a) carga mecánica, limas utilizadas en conductos simulados a 350 rpm a 1.5 torque, b) carga química, limas sumergidas en NaOCl 3.25% por 2 horas y c) carga física, limas con 2 ciclos de esterilización con autoclave a 134 °C durante 45 minutos por ciclo. Las limas se evaluaron con microscopio óptico y microscopio electrónico de barrido. Los resultados mostraron que la lima 02/19 tuvo mayor resistencia a la fatiga cíclica; en la prueba química se identificaron depósitos de cloro, sodio, zinc y níquel; en la prueba física, se observó una estructura microporosa con microfisuras y ausencia de la capa dorada en las limas; a través del microscopio electrónico de barrido, en el área de la fractura se observó la superficie con poros isotrópicos, microgrietas y microestructuras porosas. Se concluyó que la esterilización reduce la resistencia a la fatiga cíclica de las limas.

Kermeoglu & Abduljalil (2022) compararon el impacto de NaOCl e Irritrol con y sin esterilización en autoclave sobre la resistencia a la fatiga cíclica de limas ProTaper Universal, Reciproc y WaveOne Gold. Se incluyeron 210 limas divididas en 3 grupos con 7

subgrupos (n = 10): A) nuevas sin esterilización ni inmersión, B) NaOCl 5,25% a 37°C por 5 min, C) Irritrol a 37°C por 5 min; grupos D y E) NaOCl 5,25% a 37° por 5 min con un ciclo de esterilización para grupo D y 3 ciclos para E; grupo F y G) Irritrol a 37°C por 5 min con un ciclo de esterilización para grupo F y 3 ciclos para G. Para la prueba de fatiga cíclica, se utilizó un endomotor y un conducto artificial, se activaron las limas girándolas hasta su separación. Las limas se evaluaron mediante MEB. Los resultados mostraron que el NaOCl o Irritrol por sí solos no afectaron la resistencia a la fatiga cíclica, sin embargo, aplicar las soluciones y la esterilización sí afecta la resistencia. Se concluyó que la inmersión de las limas evaluadas en NaOCl o Irritrol junto con la esterilización en autoclave sí afecta la resistencia a la fatiga cíclica de las limas.

Almohareb et al. (2023) compararon la resistencia a la fatiga cíclica de las limas EdgeTaper Platinum (ETP), TruNatomy (TN) y ProTaper Gold (PTG) antes y después de la esterilización. Se utilizaron 60 limas divididas en 3 grupos: ETP, TN y PTG con 4 subgrupos de acuerdo con el número de ciclos esterilizados (0, 1, 5 y 10 ciclos). Se utilizó una autoclave (Steris Amsco Century Prevac Steam Sterilizer V148 h, USA) a 132 °C por 4 minutos entre cada ciclo. Las limas esterilizadas se activaron, girándolas a la velocidad y torque recomendadas por el fabricante, hasta su fractura. Por medio de un microscopio electrónico de barrido se observó la superficie de la zona de fractura en cada lima. Los resultados señalan que la lima ETP tuvo mayor resistencia a la fatiga cíclica, mientras que TN y PTG no mostraron afectación después de los ciclos de esterilización. El microscopio mostro superficies con micro vacíos, y zonas pequeñas de iniciación de grietas. En conclusión, los ciclos de esterilización no afectaron la resistencia a la fatiga cíclica, sin embargo, a las limas ETP si las favoreció aumentando su resistencia.

Dos Reis et al. (2023) evaluaron el efecto de esterilización en autoclave y el número de usos en la resistencia a la fatiga cíclica de la lima Reciproc Blue y 4 instrumentos replica:

RC Blue (RCB), Only One File Blue (OFB), Recip One Blue (ROB) y Micro Blue (MB). Se utilizaron 100 limas divididas en 2 grupos: A) limas instrumentadas y esterilizadas y B) limas sometidas a la resistencia a la fatiga cíclica. Se instrumentaron molares, en seguida las limas se esterilizaron en autoclave a 121 °C durante 15 minutos; el proceso se repitió 3 veces. Las limas se observaron con un MEB antes y después de la esterilización. Para la prueba de fatiga cíclica se utilizó un endomotor activando las limas girándolas hasta observar su separación. Los resultados muestran que las limas esterilizadas por autoclave no presentaron diferencia significativa. Se concluyó que las limas replicas no disminuyeron la resistencia a la fatiga cíclica y la esterilización por autoclave no disminuyó la resistencia cíclica de las limas.

El Abed et al. (2023) evaluaron el efecto del uso y la esterilización en la resistencia a la fatiga cíclica y la resistencia a la fractura torsional de la lima One Curve. Se utilizaron 60 limas divididas en 3 grupos: A) limas nuevas sin uso y sin esterilizar, B) limas instrumentadas y C) limas instrumentadas y esterilizadas. Se utilizó un endomotor y bloques de resina para la instrumentación y un autoclave (Amsco Century; Steris Co, Mentor, OH, USA) a 132 °C por 30 minutos entre cada ciclo. Para la prueba de resistencia cíclica se activaron las limas con un endomotor hasta su fractura. Para la prueba de resistencia torsional se fijaron 3 mm de la punta de la lima entre dos placas de latón girando la lima lentamente hasta observar su fractura. Los resultados mostraron que las limas instrumentadas y esterilizadas tuvieron menor resistencia a la fatiga cíclica y menor resistencia torsional. Concluyendo que el uso de las limas seguido de la esterilización, afectan la resistencia torsional y la resistencia a la fatiga cíclica de las limas One Curve.

Stošić et al. (2023) evaluaron el efecto de la esterilización con relación a la resistencia a la fatiga cíclica en 5 tipos de limas NiTi: ProTaper Universal (PTU), BioRace (BR), ProTaper Next (PTN), Twisted File (TF) y HyFlex CM (HFCM). Se utilizaron 480 limas

divididas en 4 grupos (PTU, BR, PTN, TF y HFCM) con 4 subgrupos (16) de acuerdo con el número de ciclos de esterilización (0, 1, 3 y 5). Se utilizó una autoclave (Cliniclave 45M, MELAG, Berlin, Germany) a 134°C por 23 minutos entre cada ciclo. Las limas esterilizadas fueron activadas con un endomotor siguiendo las recomendaciones del fabricante hasta observar la fractura de la lima. Por medio de un microscopio electrónico de barrido se observó la superficie de la zona de fractura en cada lima. Los resultados señalan que la lima HFCM tuvo mayor resistencia a la fatiga cíclica, la cual se incrementó de acuerdo con el aumento de ciclos de esterilización, el resto de las limas no mostró cambios significativos. En todas las limas se observaron signos de microgrietas en la periferia y cavidades en la zona de la fractura. Se concluyó que la esterilización de los instrumentos evaluados puede aumentar la resistencia a la fatiga cíclica.

Al-Amidi & Al-Gharrawi (2023) evaluaron el efecto de antes y después de la esterilización en la resistencia a la fatiga cíclica de limas NiTi, EdgeFile X7, 2Shape y F-One. Se utilizaron 72 limas divididas en 3 grupos con 2 subgrupos de 12 limas cada uno: A) limas esterilizadas y B) limas no esterilizadas. Se empleó un autoclave (Stern Weber 22 Plus; Italy) a 134 °C durante 35 minutos por ciclo, esterilizando las limas por 3 ciclos. Para la prueba de fatiga cíclica se utilizó un endomotor activando las limas, girándolas en un conducto artificial hasta observar su fractura. Los resultados mostraron una diferencia significativa entre los grupos evaluados, siendo la lima EdgeFile X7 la que tuvo mayor resistencia a la fatiga cíclica. Se concluyó que la esterilización por autoclave reduce la resistencia a la fatiga cíclica de las limas EdgeFile X7, 2Shape y F-One.

Alex et al. (2024) evaluaron las características superficiales de las limas NiTi, HyFlex EDM (HFEDM) y WaveOne Gold (WOG) después de varios ciclos de esterilización. Se utilizaron 24 limas divididas en 2 grupos, con 4 subgrupos de 6 limas cada uno: a) limas WOG esterilizado en autoclave, b) limas WOG instrumentadas y esterilizadas en autoclave,

c) limas HFEDM esterilizadas en autoclave y d) limas HFEDM instrumentadas y esterilizadas en autoclave, empleando un autoclave a 121°C durante 15 minutos por ciclo de esterilización. Con ayuda de un microscopio de fuerza atómica se observaron las limas después del primer y tercer ciclo de esterilización para examinar su superficie. Los resultados señalaron que HyFlex EDM mostró menos rugosidad superficial, sin embargo, ninguno de los sistemas de limas presentó cambios significativos tras su uso y esterilización. Se concluyó que los ciclos de esterilización no afectan la superficie de las limas HyFlex EDM y WaveOne Gold.

Arasappan et al. (2024) evaluaron los cambios en la superficie de limas de níquel titanio, acero inoxidable y limas con tratamiento con oro después de varios ciclos de esterilización. Se utilizaron 60 limas; Níquel Titanio (n=20), Acero Inoxidable (n=20) y tratamiento con oro (n=20). Cada lima se esterilizó por 10 ciclos empleando una autoclave (Tuttnauer, USA) a 121°C durante 15 minutos por ciclo. Con ayuda de un microscopio electrónico de barrido se observó la superficie topográfica de las limas antes y después de ser esterilizadas. Se utilizó el software ImageJ para evaluar la rugosidad superficial. Los resultados mostraron que las limas de Níquel Titanio tuvieron un aumento del 36% en la rugosidad superficial, las microgrietas aumentaron un 35% en estas limas. Se concluyó que la esterilización por autoclave afecta significativamente la superficie de las limas de níquel titanio, acero inoxidable y limas con tratamiento con oro.

Ragozzini et al. (2024) evaluaron el efecto de la esterilización por autoclave con relación al número de usos y la resistencia a la fatiga cíclica de la lima Wave One Gold en comparación con cuatro limas réplicas: TF4 Gold, Roll Wave Gold, W File y Micro Gold. Se utilizaron 100 limas divididas en 2 grupos: grupo A) 10 limas de cada sistema (n=50) instrumentadas en 50 mlares, seguido de la esterilización mediante autoclave (Vitale Plus 21 Cristofoli Biosafety Equipment, Campo Mourão, PR, Brazil) a 134°C, durante 15 minutos

entre cada ciclo; repitiéndose todo el procedimiento dos veces. La topografía superficial de las limas se evaluó con un microscopio electrónico de barrido (MEB). Grupo B) 10 limas de cada sistema (n=50) sometidas a prueba de resistencia a la fatiga cíclica utilizando un conducto artificial, las limas fueron giradas hasta que se observó la separación. Los resultados mostraron que Wave One Gold tuvo mayor resistencia a la fatiga cíclica y menos porosidades que las réplicas, las cuales presentaron irregularidades en la superficie más evidentes después del tercer uso. Se concluyó que la esterilización por autoclave, después de varios usos, no disminuyó la resistencia a la fatiga cíclica.

Ríos-Osorio et al. (2024) compararon la resistencia a la fatiga cíclica de limas Reciproc Blue (RB) y WaveOne Gold (WOG) después de ser sumergidas en NaOCl 5% y esterilizadas en autoclave. Se utilizaron 210 limas divididas en 7 grupos: grupos A y D, limas sumergidas 1 vez para grupo A y 3 veces para grupo D en NaOCl 5% por 3 minutos; grupos B y E, limas esterilizadas en autoclave 1 ciclo para grupo B y 3 ciclos para grupo E; grupos C y F, limas sumergidas en NaOCl 5% y esterilización en autoclave, 1 vez para grupo C y 3 veces para grupo F; y grupo G, limas retiradas del empaque original. Se utilizó un autoclave a 134°C durante 17 minutos por ciclo. Se empleó un microscopio electrónico de barrido antes y después para observar la superficie de las limas. En la prueba de fatiga cíclica se utilizó un bloque metálico asemejándose a un conducto, y con un endomotor se giraron las limas hasta observar su separación. Los resultados mostraron que RB tuvo mayor resistencia a la fatiga cíclica en la mayoría de las pruebas, sin embargo, las limas mostraron daños en su superficie desde el primer ciclo de esterilización. La combinación de NaOCl más autoclave redujo significativamente la resistencia a la fatiga en ambas limas. Se concluyó que el NaOCl y la esterilización por autoclave afectó la resistencia a la fatiga cíclica.

Shaik et al. (2024) evaluaron el efecto que la esterilización por autoclave, la exposición a NaOCl 5.25% y EDTA 17% tienen sobre la nanoestructura de limas NiTi, Vortex Blue, ProTaper Next, iRaCe y Mtwo. Se utilizaron 16 limas divididas en los siguientes grupos: a) limas nuevas sin uso, b) limas esterilizadas con 5 ciclos utilizando una autoclave a 121 °C por 15 minutos cada ciclo, c) limas sumergidas en NaOCl 5.25% durante 5 minutos y grupo d) limas sumergidas en EDTA 17% por 5 minutos. Se utilizó un microscopio de fuerza atómica para observar la rugosidad superficial de las limas. Los resultados mostraron que la lima Vortex Blue presentó menor rugosidad superficial en todas las pruebas, sin embargo, todas las limas mostraron un incremento significativo a la rugosidad superficial después de ser esterilizadas en autoclave y sumergidas en NaOCl. El EDTA causó mayor rugosidad en todas las limas. Se concluyó que la autoclave, el NaOCl al 5.25% y el EDTA afectan la lima deteriorando la superficie.

Patel et al. (2025) evaluaron el efecto de diferentes métodos de esterilización en la resistencia a la fatiga cíclica de limas HyFlex CM (HFCM), ProTaper Gold (PTG), Bassi Logic (BL) y TruNatomy (TN). Se utilizaron 72 limas divididas en 3 grupos: A) limas sin esterilizar, B) limas esterilizadas en autoclave en ciclo convencional 121 °C con 15 libras durante 20 minutos, y C) limas esterilizadas en autoclave en ciclo de esterilización inmediata por vapor a 132°C con 27 libras durante 3 minutos. Se utilizó un motor eléctrico y se instrumentó un conducto artificial girando las limas hasta observar su separación. Los resultados señalan que HyFlex CM tuvo mayor resistencia a la fatiga cíclica. La esterilización aumentó la resistencia a la fatiga de la mayoría de los sistemas excepto TruNatomy el cual disminuyó su resistencia. En conclusión, la esterilización por autoclave aumentó la resistencia a la fatiga cíclica de las limas HyFlex CM, ProTaper Gold y Bassi Logic, pero disminuyó la resistencia a la fatiga cíclica de TruNatomy.

Ríos-Orsorio et al. (2025) evaluaron los efectos del NaOCl al 5% y la esterilización por autoclave sobre la resistencia a la fatiga cíclica de limas Reciproc Blue, One Recip, R-Motion, y dos réplicas, Roll Wave Gold y RCS Blue T. Se utilizaron 525 limas divididas en 5 grupos con 7 subgrupos (n=15): grupo A) limas nuevas sin uso ni esterilización, grupo B y C) limas en NaOCl al 5% por 3 minutos para B y 9 minutos para C; grupo D y E) limas con 1 ciclo de esterilización para D y 3 ciclos para E; grupos F y G) limas en NaOCl al 5% y esterilizadas por 1 ciclo para F y 3 ciclos para G. Se utilizó un autoclave a 134°C durante 17 minutos por ciclo. Para la prueba de fatiga cíclica se empleó un endomotor y un conducto artificial, activando las limas hasta observar su separación. Los resultados mostraron que Reciproc Blue tuvo mayor resistencia a la fatiga cíclica, sin embargo, todos los sistemas presentaron menor resistencia desde el primer ciclo utilizando autoclave e NaOCl. Se concluyó que el NaOCl y la esterilización por autoclave disminuye la resistencia a la fatiga cíclica.

Yang et al. (2025) evaluaron el efecto de la esterilización por autoclave en las limas ProTaper Universal F2 (PTU) y ProTaper Gold F2 (PTG), además determinaron la relación entre la resistencia a la fatiga cíclica y la resistencia eléctrica de las limas. Se utilizaron bloques metálicos simulando los conductos. Se incluyeron 30 limas divididas en 2 grupos: A) para la prueba de resistencia a la fatiga cíclica, se activaron las limas hasta observar su separación; B) en la prueba de esterilización las limas se dividieron de acuerdo con su desgaste: 20%, 40%, 60% y 80%, enseguida, se esterilizaron un 1 ciclo mediante autoclave a 134 °C por 4 minutos, las limas se observaron en el MEB antes y después de la esterilización. La esterilización por autoclave no alteró la resistencia eléctrica de las limas PTG y PTU ni afectó la superficie de las limas, sin embargo, causó corrosión en la superficie sin afectar la resistencia a la fatiga cíclica. Se concluyó que el autoclave no afecta la resistencia a la fatiga cíclica de las limas evaluadas.

Tabla 1. Artículos incluidos en la revisión sistemática.

Primer Autor	Año	Revista	Objetivo	Resultado principal
Kim et al.	2020	Odontology	Evaluar el efecto que la esterilización en autoclave tiene sobre la resistencia a la fatiga cíclica y fractura torsional en limas Pro Taper Universal, K3FX, TF Adaptive y HyFlex EDM.	La esterilización en autoclave no afectó la resistencia a la fatiga cíclica o fractura torsional.
Arias et al.	2020	Clinical Oral Investigations	Compararon el efecto de la esterilización en autoclave y rayos gamma en la resistencia a la fatiga cíclica de limas NiTi: HyFlex EDM (HEDM) y TRUShape (TS).	La esterilización por autoclave y por rayos gamma afecta la resistencia a la fatiga cíclica de las limas.
Khabadze et. al	2020	International Journal of Dentistry	Evaluar los cambios en la estructura cristalina de los instrumentos rotatorios NiTi Pro Taper después de varios ciclos de esterilización.	Los ciclos repetidos de esterilización incrementan la deformación interna, riesgo de fractura y reduce la eficacia de corte.
Sharroufna & Mashyakhy	2020	BioMed Research International	Evaluar el efecto en la resistencia a la fatiga cíclica de tres limas NiTi con tratamiento térmico, Vortex Blue, EdgeFile X7 y TRUShape después de múltiples ciclos de esterilización.	Las limas NiTi esterilizadas son más resistentes a la fatiga cíclica.
Gayatri et al.	2021	Journal of Conservative Dentistry	Evaluar los efectos de esterilización en autoclave en la resistencia a la fatiga cíclica de limas rotatorias nuevas con tratamiento térmico, Neolix Neoniti, EdgeFiles y Neoendo Flex file.	El incremento de ciclos de esterilización redujo la resistencia a la fatiga cíclica de las limas NiTi.
Kamali & Turkaydin	2021	Nigerian Journal of Clinical Practice	Evaluar la resistencia a la fatiga cíclica y capacidad de conformación de limas de NiTi después de varios usos.	Los ciclos repetitivos de esterilización no afectaron la resistencia a la fatiga cíclica.
Özdemir et al.	2021	Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects	Evaluar los efectos en la superficie de las limas ProTaper Next, TF Adaptive, HyFlex CM y 2Shape después de varios ciclos de esterilización.	Las limas ProTaper Next, TF Adaptive y 2Shape sí mostraron cambios en su superficie. Las limas HyFlex no mostraron cambios.

Peraça et al.	2021	Restorative Dentistry & Endodontics	Evaluar el efecto del número de usos y ciclos de esterilización sobre el área instrumentada y la resistencia a la fractura de WaveOne Gold y Reciproc Blue.	Los ciclos de esterilización no influyeron en la resistencia a la fractura.
Almohareb et al.	2022	PloS One	Comparar los efectos por la esterilización en la superficie de dos instrumentos NiTi, sometidos a diferentes tratamientos de fabricación.	Después de 10 ciclos de esterilización, RACE y RACE EVO disminuyeron significativamente los valores de rugosidad superficial.
El Abed et al.	2022	Journal of Endodontics	Evaluar la resistencia a la fractura de limas NiTi con tratamiento térmico después de ser usadas y esterilizadas.	La esterilización afecta la resistencia a la fractura de las limas NiTi según la geometría y las características de la aleación.
Khabadze et al.	2022	Georgian Medical News	Determinar el límite de resistencia a la fatiga cíclica y signos de ruptura de la lima NiTi COXO SC PRO.	La esterilización reduce la resistencia a la fatiga cíclica de las limas NiTi COXO SC PRO.
Kermeoglu & Abduljalil	2022	Australian Endodontic Journal	Comparar el impacto de NaOCl e Irritrol con y sin esterilización en autoclave en la resistencia a la fatiga cíclica de limas de Pro Taper Universal, Reciproc y WaveOne Gold.	La inmersión de las limas evaluadas en NaOCl o Irritrol junto con la esterilización en autoclave sí afecta la resistencia a la fatiga cíclica de las limas.
Almohareb et al.	2023	Peer J	Comparar la resistencia a la fatiga cíclica de las limas EdgeTaper Platinum (ETP), TruNatomy (TN) y ProTaper Gold (PTG) antes y después de la esterilización.	Los ciclos de esterilización no afectaron la resistencia a la fatiga cíclica, sin embargo, a las limas ETP si las favoreció aumentando su resistencia.
Dos Reis et al.	2023	Scientific Reports	Evaluar el efecto de esterilización en autoclave y el número de usos en la resistencia a la fatiga cíclica de la lima Reciproc Blue y 4 instrumentos replica: RC Blue, Only One File Blue, Recip One Blue y Micro Blue.	La esterilización por autoclave no disminuyó la resistencia cíclica de las limas.
El Abed et al.	2023	Journal of Endodontics	Evaluar el efecto del uso y la esterilización en la resistencia a la fatiga cíclica y la resistencia a la	El uso de las limas seguido de la esterilización, afectan la resistencia torsional y la resistencia a la fatiga cíclica de las limas One Curve.

			fractura torsional de la lima One Curve.	
Stošić et al.	2023	Medical Science Monitor	Evaluar el efecto de la esterilización en la resistencia a la fatiga cíclica en 5 tipos de limas NiTi: ProTaper Universal (PTU), BioRace (BR), ProTaper Next (PTN), Twisted File (TF) y HyFlex CM (HFCM).	La esterilización de instrumentos puede aumentar la resistencia a la fatiga cíclica.
Al-Amidi & Al-Gharrawi	2023	Journal of Conservative Dentistry and Endodontics	Comparar la resistencia a la fatiga cíclica de las limas EdgeFile X7, 2Shape y F-One antes y después de la esterilización.	La esterilización en autoclave redujo la resistencia a la fatiga cíclica de las limas.
Alex et al.	2024	Cureus	Evaluar las características superficiales de las limas NiTi, HyFlex EDM (HFEDM) y WaveOne Gold (WOG) después de varios ciclos de esterilización.	Los ciclos de esterilización no afectaron la superficie de las limas HyFlex EDM y WaveOne Gold.
Arasappan et al.	2024	Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences	Evaluar los cambios en la superficie de limas Níquel Titanio, Acero Inoxidable y limas con tratamiento con Oro después de varios ciclos de esterilización.	La esterilización por autoclave afectó significativamente la superficie de las limas de níquel titanio, acero inoxidable y limas con tratamiento con oro.
Ragozzini et al.	2024	International Journal of Dentistry	Evaluar el efecto de la esterilización por autoclave en el número de usos y la resistencia a la fatiga cíclica de la lima Wave One Gold en comparación con cuatro limas replicas: TF4 Gold, Roll Wave Gold, W File y Micro Gold.	La esterilización por autoclave, después de varios usos, no disminuyó la resistencia a la fatiga cíclica.
Ríos-Osorio et al.	2024	Journal of Clinical and Experimental Dentistry	Comparar la resistencia a la fatiga cíclica de limas Reciproc Blue (RB) y WaveOne Gold (WOG) después de ser sumergidos en NaOCl 5% y esterilizados en autoclave.	El NaOCl y la esterilización por autoclave afectan la resistencia a la fatiga cíclica de las limas.
Shaik et al.	2024	Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences	Evaluar como la esterilización por autoclave, la exposición de NaOCl al 5.25% y EDTA al 17% afecta la nanoestructura de limas	El autoclave, el NaOCl al 5.25% y el EDTA afectan las limas deteriorando la superficie.

			NiTi, Vortex Blue, ProTaper Next, iRaCe y Mtwo.	
Patel et al.	2025	Journal of Conservative Dentistry and Endodontics	Evaluar el efecto de diferentes métodos de esterilización en la resistencia a la fatiga cíclica de limas, HyFlex CM, ProTaper Gold, Bassi Logic y TruNatomy.	La esterilización por autoclave aumenta la resistencia a la fatiga cíclica de las limas HyFlex CM, ProTaper Gold y Bassi Logic, pero disminuyó la resistencia a la fatiga cíclica de TruNatomy.
Ríos-Osorio et al.	2025	Journal of Clinical and Experimental Dentistry	Evaluar los efectos de esterilización por NaOCl al 5% y autoclave sobre la resistencia a la fatiga cíclica dinámica de limas Reciproc Blue, One Reci, R-Motion, y dos replicas, Roll Wave Gold y RCS Blue.	El NaOCl y la esterilización por autoclave disminuye la resistencia a la fatiga cíclica de las limas Reciproc Blue, One Reci, R-Motion, Roll Wave Gold y RCS Blue.
Yang et al.	2025	Journal of Endodontics	Evaluar la relación entre la resistencia a la fatiga cíclica y la resistencia eléctrica de limas NiTi, ProTaper Universal F2 (PTU) y ProTaper Gold F2 (PTG) y el efecto a la esterilización en autoclave.	El autoclave no afectó la resistencia a la fatiga cíclica de las limas ProTaper Universal F2 y ProTaper Gold F2.

5. Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo identificar, mediante una revisión sistemática, el efecto de la esterilización por autoclave en las limas endodónticas. Para la búsqueda de artículos se utilizó la base de datos PubMed, en la cual, una vez aplicados los criterios de inclusión y de exclusión se recuperaron 25 artículos que forman parte de esta investigación. Los artículos incluidos abordan diferentes aspectos como son la resistencia a la fatiga cíclica, la rugosidad superficial, el riesgo de fractura, la fatiga torsional, la deformación interna y la eficacia del corte.

Entre los hallazgos, resalta que la resistencia a la fatiga cíclica fue el aspecto evaluado en la mayoría de los artículos ($n = 17$), los resultados en estos estudios fueron diversos, en algunos casos la esterilización por autoclave incrementó la resistencia a la fatiga cíclica (Almohareb et al., 2023; Patel et al., 2025; Sharroufna & Mashyakhy, 2020; Stošić et al., 2023), en otros la disminuyó (Al-Amidi & Al-Gharrawi, 2023; Arias et al., 2020; El Abed et al., 2023; Gayatri et al., 2021; Kermeoglu & Abduljalil, 2022; Khabadze et al., 2022; Patel et al., 2025; Ríos-Osorio et al., 2024; Ríos-Osorio et al., 2025) y en otros estudios no la afectó (Almohareb et al., 2023; Dos Reis et al., 2023; Kamali & Turkaydin, 2021; Kim et al., 2020; Ragozzini et al., 2024; Yang et al., 2025). Estos resultados coinciden con lo señalado por Silva et al. (2020) quienes en su revisión sistemática concluyeron que la esterilización por autoclave puede influir en la resistencia a la fatiga cíclica. En la presente revisión sistemática, los estudios en los que no se afectó la resistencia a la fatiga cíclica se puede deber al menor uso de las limas y la menor cantidad de ciclos de esterilización. En contraste, cuando la resistencia a la fatiga cíclica disminuyó se podría deber al tiempo prolongado y altas temperaturas en los ciclos de esterilización utilizados, además, en algunos estudios las limas fueron sumergidas en NaOCl o EDTA, agentes químicos que

podrían provocar menor resistencia a la fatiga cíclica en las limas (Abuhulaibah & AbuMostafa, 2020; Elnaghy & Elsaka, 2017; Peters et al., 2007).

El segundo aspecto más evaluado fue la rugosidad superficial ($n = 5$), en algunos estudios aumentó la rugosidad superficial (Arasappan et al., 2024; Shaik et al., 2024), en otros disminuyó (Almohareb et al., 2022; Özdemir et al., 2021) y en un par de estudios no la afectó (Alex et al., 2024; Özdemir et al., 2021). Estos resultados no coinciden con lo reportado por Nighot et al. (2020), quienes en su revisión sistemática mencionan que todos los estudios incluidos presentaban una disminución significativa en la rugosidad superficial de las limas. En la presente revisión sistemática, los estudios en los que aumentó la rugosidad superficial podría deberse a un mayor número de ciclos de esterilización (Bahattab et al., 2022; Razavian et al., 2016).

La resistencia a la fractura fue otro aspecto evaluado ($n = 3$), en un par de casos disminuyó la resistencia (El Abed et al., 2022; Khabadze et al., 2020), mientras que en uno de los estudios no la afectó (Peraça et al., 2021). La disminución en la resistencia a la fractura puede deberse a las altas temperaturas y tiempos prolongados de los ciclos de esterilización (Shrestha et al., 2022). La resistencia a la fatiga torsional se evaluó en 2 estudios, en uno de ellos no la afectó (Kim et al., 2020) lo cual podría deberse a que las limas fueron únicamente esterilizadas. En el trabajo de El Abed et al. (2023) disminuyó la fatiga torsional, resultado que coincide con lo reportado por Dioguardi et al. (2019), quienes en su revisión concluyeron que la esterilización reduce la resistencia a la fatiga torsional.

Esta revisión sistemática presenta algunas limitantes que son importantes reconocer. La estrategia de búsqueda puede influir en las características de los artículos recuperados, en el presente estudio se utilizó únicamente PubMed como la base de datos de consulta, aspecto que pudo haber omitido la inclusión de publicaciones relevantes. Las palabras clave utilizadas son las que se consideraron más apropiadas, sin embargo, incluir

otras palabras clave y operadores booleanos podría ampliar la selección de artículos. Otro aspecto a considerar es el inglés como único idioma seleccionado en los criterios de inclusión, otros estudios de importancia podrían estar publicados en otros idiomas. En futuras investigaciones, se sugiere ampliar la búsqueda a otras bases de datos y fortalecer la estrategia de búsqueda con otras palabras clave. Se recomienda realizar revisiones sistemáticas enfocadas en el efecto que la esterilización por autoclave puede tener en nuevas limas endodónticas disponibles en el mercado.

6. Conclusión

En la presente revisión sistemática se incluyeron un total de 25 artículos. La mayoría de los estudios abordaron el efecto de la esterilización por autoclave sobre la resistencia a la fatiga cíclica ($n = 17$), de ellos, 9 artículos concluyeron que la resistencia a la fatiga cíclica disminuye y otros indican que no se afecta ($n = 6$). Respecto a la rugosidad superficial ($n = 5$), dos estudios señalaron que aumenta, dos reportan su disminución y uno indicó que no tuvo afectaciones. Sobre el riesgo de fractura ($n = 3$), un par de estudios señalaron la disminución de la resistencia a la fractura. Los estudios que evaluaron la fatiga torsional ($n = 2$) discrepan, un trabajo menciona su disminución y otro estudio indica que no se afectan las limas.

7. Referencias

- Abuhulaibah, H. F., & AbuMostafa, A. (2020). Resistance to Cyclic Fatigue of Nickel-Titanium Files Immersed in Sodium Hypochlorite at Body Temperature. *International Journal of Dentistry*, 2020, 8830163. <https://doi.org/10.1155/2020/8830163>
- Acosta-Gnass, S. I. & de Andrade Stempliuk, V. (2008). *Manual de esterilización para centros de salud*. Organización Panamericana de la Salud.
- Agarwal, S. & Khan, S. (2018). *Advanced lab practices in biochemistry and molecular biology* (4.^a ed.). I.K. International Publishing House.
- Al-Amidi, A. H., & Al-Gharrawi, H. A. (2023). Effect of autoclave sterilization on the cyclic fatigue resistance of EdgeFile X7, 2Shape, and F-one nickel-titanium endodontic instruments. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 26(1), 26–30. https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_611_21
- Alex, A., Sivarajan, R. K., & Venkatesh, V. (2024). Comparative Evaluation of Surface Roughness of Different Rotary Nickel-Titanium (NiTi) Files After Autoclaving: An Atomic Force Microscopic Study. *Cureus*, 16(8), e66054. <https://doi.org/10.7759/cureus.66054>
- Almohareb, R. A., Barakat, R., & Albohairy, F. (2022). New heat-treated vs electropolished nickel-titanium instruments used in root canal treatment: Influence of autoclave sterilization on surface roughness. *PloS One*, 17(3), e0265226. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265226>
- Almohareb, R. A., Barakat, R. M., Algahtani, F. N., & Alkadi, M. F. (2023). Cyclic fatigue resistance of EdgeTaper Platinum, Protaper Gold, and TruNatomy Prime rotary files before and after autoclave sterilization. *PeerJ*, 11, e14656. <https://doi.org/10.7717/peerj.14656>

- AlYamoor, R., Stefanescu, S. V., Al-Saffar, H., & Chirila, M. C. (2020). A critical evaluation of the single-use policy of endodontic instruments. *Journal of Dental and Maxillofacial Research*, 3(3), 1–5
- Ameer, B., Khatib, M. S., Peerzade, S. M., Bambawale, A., Damade, Y., & Mannur, N. A. (2022). Comparing Sterilization of Endodontic Hand Files by Four Different Methods: An In Vitro Study. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 15(2), 149–152. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2346>
- American Association of Endodontists. (2020). *Glossary of Endodontic Terms* (10th ed.). American Association of Endodontists.
- Arasappan, R., Prabhakar, N. S., Mishra, V., Arafath, K. P. M. Y., Singh, J., & Yadav, A. (2024). Effect of Autoclave on Surface Topography of Various Rotary Files. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 16(Suppl 4), S3497–S3499. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_1006_24
- Arens, F. C., Hoen, M. M., Steiman, H. R., & Dietz, G. C., Jr (2003). Evaluation of single-use rotary nickel-titanium instruments. *Journal of endodontics*, 29(10), 664–666. <https://doi.org/10.1097/00004770-200310000-00013>
- Arias, A., Macorra, J. C., Govindjee, S., & Peters, O. A. (2020). Effect of gamma-ray sterilization on phase transformation behavior and fatigue resistance of contemporary nickel-titanium instruments. *Clinical Oral Investigations*, 24(9), 3113–3120. <https://doi.org/10.1007/s00784-019-03185-4>
- Asopa, S. J., Padiyar, U. N., Verma, S., Suri, P., Somayaji, N. S., & Radhakrishnan, I. C. (2020). Effect of heat sterilization and chemical method of sterilization on the polyvinyl siloxane impression material. A comparative study. *Journal of family medicine and primary care*, 9(3), 1348–1353. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_1122_19

- Ba-Hattab, R., Almohareb, R. A., Alkhalaf, R., Binnjefan, S., Sulayem, M., & Barakat, R. M. (2022). The impact of multiple autoclave cycles on the surface roughness of thermally treated nickel–titanium endodontic files. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2022, Article 8780422. <https://doi.org/10.1155/2022/8780422>
- Buchanan, G. D., & Warren, N. (2019). Single-use of endodontic hand files: perceptions and practise. *Journal of infection prevention*, 20(1), 32–36. <https://doi.org/10.1177/1757177418802356>
- Buehler, W. J., Gilfrich, J. V., & Wiley, R. C. (1963). Effect of low-temperature phase changes on the mechanical properties of alloys near composition TiNi. *Journal of Applied Physics*, 34(5), 1475–1477. <https://doi.org/10.1063/1.1729603>
- Canalda, C. & Brau, E. (2014). *Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas* (3ª ed.). Elsevier España.
- Chandra A. (2009). Discuss the factors that affect the outcome of endodontic treatment. *Australian endodontic journal: the journal of the Australian Society of Endodontology Inc*, 35(2), 98–107. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2009.00199.x>
- Dioguardi, M., Sovereto, D., Aiuto, R., Laino, L., Illuzzi, G., Laneve, E., Raddato, B., Caponio, V. C. A., Dioguardi, A., Zhurakivska, K., Troiano, G., & Lo Muzio, L. (2019). Effects of Hot Sterilization on Torsional Properties of Endodontic Instruments: Systematic Review with Meta-Analysis. *Materials* (Basel, Switzerland), 12(13), 2190. <https://doi.org/10.3390/ma12132190>
- Dioguardi, M., Sovereto, D., Illuzzi, G., Laneve, E., Raddato, B., Arena, C., Alberto Caponio, V. C., Caloro, G. A., Zhurakivska, K., Troiano, G., & Lo Muzio, L. (2020). Management of Instrument Sterilization Workflow in Endodontics: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International journal of dentistry*, 2020, 5824369. <https://doi.org/10.1155/2020/5824369>

- Dos Reis, F. A. S., Abu Hasna, A., Ragozzini, G., de Moura, F. B., Campos, T. M. B., de Martin, A. S., Carvalho, C. A. T., & Bueno, C. E. S. (2023). Assessing the cyclic fatigue resistance and sterilization effects on replica-like endodontic instruments compared to Reciproc Blue. *Scientific Reports*, 13(1), 22956. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50096-2>
- El Abed, R., Alshehhi, A., Kang, Y. J., Al Raeesi, D., Khamis, A. H., Jamal, M., & Kim, H. C. (2022). Fracture Resistance of Heat-Treated Nickel-Titanium Rotary Files After Usage and Autoclave Sterilization: An In Vitro Study. *Journal of Endodontics*, 48(11), 1428–1433. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2022.08.004>
- El Abed, R., Al Raeesi, D., Alshehhi, A., Alkhatib, Z., Khamis, A. H., Jamal, M., & Kim, H. C. (2023). Effect from Autoclave Sterilization and Usage on the Fracture Resistance of Heat-Treated Nickel-Titanium Rotary Files. *Materials (Basel, Switzerland)*, 16(6), 2261. <https://doi.org/10.3390/ma16062261>
- Elnaghy, A. M., & Elsaka, S. E. (2017). Effect of sodium hypochlorite and saline on cyclic fatigue resistance of WaveOne Gold and Reciproc reciprocating instruments. *International endodontic journal*, 50(10), 991–998. <https://doi.org/10.1111/iej.12712>
- Gay, C. & Berini, L. (2003). *Tratado de cirugía bucal* (1ª ed.). Editorial Ergón.
- Gayatri, K., Tammineedi, S., Bolla, N., Vemuri, S., Basam, R. C., & Sunil, C. R. (2021). Effect of autoclaving on the cyclic fatigue resistance of nickel-titanium rotary instruments: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 24(5), 440–444. https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_182_21
- Gomes, B. P. F. A., Aveiro, E., & Kishen, A. (2023). Irrigants and irrigation activation systems in Endodontics. *Brazilian dental journal*, 34(4), 1–33. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202305577>

- Haapasalo, M. & Shen, Y. (2013). Evolution of nickel–titanium instruments: from past to future. *Endodontic Topics*, 29(1), 3–17. <https://doi.org/10.1111/etp.12030>
- Hargreaves, K. M. & Cohen, S. (2010). *Cohen's Pathways of the Pulp* (10.ª ed.). Elsevier.
- Kamali, S. G., & Turkaydin, D. (2021). Cyclic fatigue resistance and shaping ability of heat-treated nickel-titanium instruments after repeated use. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 24(2), 247–253. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_166_20
- Kermeoglu, F., & Abduljalil, M. (2022). Impacts of NaOCl and Irritrol irrigation solutions with/without autoclave sterilisation on the cyclic fatigue resistance of different nickel-titanium files. *Australian Endodontic Journal: the journal of the Australian Society of Endodontology Inc*, 48(3), 392–399. <https://doi.org/10.1111/aej.12580>
- Khabadze, Z., Mordanov, O., Balashova, M., Stolov, L., Pangratyan, A., Bokova, R., Nazhmudinov, S., Solimanov, S., Kuznetsova, A., Adzhieva, A., & Magomedov, O. (2020). Laboratory Rational of Changes in the Crystal Lattice of Nickel-Titanium Endodontic Rotary Files in Autoclaving. *International Journal of Dentistry*, 2020, 8386215. <https://doi.org/10.1155/2020/8386215>
- Khabadze, Z., Ismailov, F., & Makeeva, I. (2022). Determination of cyclic fatigue of a nickel-titanium COXO SC PRO file using a simulation endodontic unit. *Georgian Medical News*, (324), 54–63.
- Kim, W., Oh, S., Ryu, G. J., Kim, T. H., Kim, S. J., Kim, D. H., Lee, B. N., Kum, K. Y., Chang, S. W., & Jang, J. H. (2020). Effect of autoclave sterilization on cyclic fatigue and torsional fracture resistance of NiTi rotary instruments. *Odontology*, 108(2), 194–201. <https://doi.org/10.1007/s10266-019-00453-3>
- Kolstad, R. A. (1998). How well does the Chemiclave sterilize handpieces?. *Journal of the American Dental Association* (1939), 129(7), 985–991. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1998.0352>

- Kotwal, M., Singh, V. P., Mushtaq, H., Ahmed, R., Rai, G., & Kumar, A. (2021). Disinfection of Impression Materials with Glutaraldehyde, Ultraviolet Radiation, and Autoclave: A Comparative Study. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, 13(Suppl 1), S289–S292. https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_755_20
- Liang, Y. & Yue, L. (2022). Evolution and development: engine-driven endodontic rotary nickel-titanium instruments. *International journal of oral science*, 14(1), 12. <https://doi.org/10.1038/s41368-021-00154-0>
- Lunelli, S. F., Fontoura de Melo, T. A., & Berwanger Cord, C. (2017). Analysis of cleaning, sterilization, storage process and frequency of endodontic instrument replacement of endodontists from the city of Caxias do Sul/RS. *RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia*, 14(1), 11-15.
- Messer, H., Parashos, P., Moule, A., & Australian and New Zealand Academy of Endodontists (2003). Should endodontic files be single-use only? A position paper from the Australian and New Zealand Academy of Endodontists. *Australian endodontic journal: the journal of the Australian Society of Endodontology Inc*, 29(3), 143–145. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2003.tb00541.x>
- Moradas Estrada, M. (2017). Instrumentación rotatoria en endodoncia: ¿Qué tipo de lima o procedimiento es el más indicado? *Avances en Odontoestomatología*, 33(4), 151–160. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852017000400003
- Nield, H. (2020). A short history of infection control in dentistry. *Bdj Team*, 7(8), 12–15. <https://doi.org/10.1038/s41407-020-0402-1>
- Nighot, N. B., Borkar, A. C., Shetty, S. S., Tiwari, N., Maral, S. A., & Kamath, S. (2019). Effect of autoclaving cycles on the surface topography of endodontic nickel-titanium rotary files: A systematic review. *Journal of the International Clinical Dental Research Organization*, 11(2), 61–70. https://doi.org/10.4103/jicdro.jicdro_14_19

- Özdemir, O., Koçak, S., Koçak, M. M., & Sağlam, B. C. (2021). Effects of repeated sterilization cycles on the surface alterations of ProTaper Next, TF Adaptive, HyFlex CM, and 2Shape instruments. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 15(2), 76–81. <https://doi.org/10.34172/joddd.2021.013>
- Patel, N., Langaliya, A. K., Patel, S., Kothari, A. K., Malaviya, G., & Yadav, S. (2025). Analysis of dynamic cyclic fatigue resistance of different endodontic nickel-titanium instruments with different sterilization methods: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 28(4), 314–318. https://doi.org/10.4103/JCDE.JCDE_767_24
- Peraça, V. O., Xavier, S. R., de Almeida Gomes, F., Dos Santos, L. G. P., Souza, E. M., & Pappen, F. G. (2021). Effect of number of uses and sterilization on the instrumented area and resistance of reciprocating instruments. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 46(2), e28. <https://doi.org/10.5395/rde.2021.46.e28>
- Peters, O. A., Roehlike, J. O., & Baumann, M. A. (2007). Effect of immersion in sodium hypochlorite on torque and fatigue resistance of nickel-titanium instruments. *Journal of endodontics*, 33(5), 589–593. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.01.007>
- Ragozzini, G., Abu Hasna, A., Dos Reis, F. A. S., de Moura, F. B., Campos, T. M. B., Bueno, C. E. S., Carvalho, C. A. T., & de Martin, A. S. (2024). Effect of Autoclave Sterilization on the Number of Uses and Resistance to Cyclic Fatigue of WaveOne Gold and Four Replica-Like Endodontic Instruments. *International Journal of Dentistry*, 2024, 6628146. <https://doi.org/10.1155/2024/6628146>
- Rams, T. E., Sautter, J. D., Lee, A. H. & van Winkelhoff, A. J. (2022). Evaluation of a Rapid Biological Spore Test for Dental Instrument Sterilization. *The journal of contemporary dental practice*, 23(3), 279–283.
- Razavian, H., Iranmanesh, P., Mojtahedi, H., & Nazeri, R. (2016). Effect of Autoclave Cycles on Surface Characteristics of S-File Evaluated by Scanning Electron

- Microscopy. Iranian Endodontic Journal, 11(1), 29–32.
<https://doi.org/10.7508/iej.2016.01.006>
- Ríos-Osorio, N., Caviedes-Bucheli, J., Murcia-Celedón, J., Gutiérrez, C., Sierra-Collazo, D., Alvarado-Cacedo, B., Serchiaro-Monsalve, M., Echavarria-Sarabia, P., Leon-Lazzo, A., Rivera-Rojas, H., Castrillón-Ramos, K., Supelano-Gallego, A., Bermúdez-Zuluaga, L., & Jimenez-Peña, O. (2024). Comparison of dynamic cyclic fatigue resistance of Reciproc® Blue and WaveOne® Gold after sterilization and/or immersion in sodium hypochlorite. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 16(1), e1–e10. <https://doi.org/10.4317/jced.60870>
- Ríos-Osorio, N., Briñez-Rodríguez, S., Fernández-Grisales, R., Triana-Correa, J., Pushaina-Velásquez, A., García-Restrepo, H., Betancur-Calle, D., Meza-Meza, C., Tapia-Sierra, A., Berruecos, C., & Sierra-Sánchez, J. (2025). Dynamic cyclic fatigue resistance of Reciproc® Blue, One Reci®, R-Motion®, and two Replica-Like endodontic files after autoclave sterilisation and/or immersion in sodium hypochlorite: A comparative in vitro study. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 17(5), e542–e551. <https://doi.org/10.4317/jced.62529>
- Rosales García, P. (2021). Indicadores biológicos: los jueces de la esterilización en odontología. *Milenaria, Ciencia y Arte*, 10(17), 18–20.
- Rutala, W. A., Jones, S. M., & Weber, D. J. (1996). Comparison of a rapid readout biological indicator for steam sterilization with four conventional biological indicators and five chemical indicators. *Infection control and hospital epidemiology*, 17(7), 423–428. <https://doi.org/10.1086/647333>
- Rutala, W. A., Weber, D. J., & HICPAC. (2024). Guideline for disinfection and sterilization in healthcare facilities, 2008. Update: June 2024. <https://www.cdc.gov/infection-control/hcp/disinfection-and-sterilization/index.html>

- Secretaría de Salud. (2016). NOM-013-SSA2-2015, Para la prevención y control de enfermedades bucales. México: Secretaría de Salud.
- Shaik, I., Dasari, B., Alapati, S., Dhavala, P. C., Tiwari, R., & Tiwari, H. D. (2024). Effect of Sterilization and Irrigating Solutions on Nanostructure Alteration of Ni-Ti Rotary Instruments in Endodontics: An Atomic Force Microscopic Study. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 16(Suppl 1), S613–S618. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_891_23
- Sharroufna, R., & Mashyakh, M. (2020). The Effect of Multiple Autoclave Sterilization on the Cyclic Fatigue of Three Heat-Treated Nickel-Titanium Rotary Files: EdgeFile X7, Vortex Blue, and TRUShape. *BioMed Research International*, 2020, 8826069. <https://doi.org/10.1155/2020/8826069>
- Shrestha, D., Bhandari, A., Devkota, S., Shrestha, R., & Shrestha, S. (2022). Effect of heat on surface changes and fracture resistance of NiTi rotary files: A systematic review on implications in endodontic practice. *JNMA: Journal of the Nepal Medical Association*, 60(252), 1032–1038. <https://doi.org/10.31729/jnma.7586>
- Silva, E. J. N. L., Zanon, M., Hecksher, F., Belladonna, F. G., de Vasconcelos, R. A., & Fidalgo, T. K. D. S. (2020). Influence of autoclave sterilization procedures on the cyclic fatigue resistance of heat-treated nickel-titanium instruments: a systematic review. *Restorative dentistry & endodontics*, 45(2), e25. <https://doi.org/10.5395/rde.2020.45.e25>
- Smith, A. D., Preminger, G. M., Kavoussi, L. R., Badlani, G. H., & Rastinehad, A. R. (2018). *Smith's textbook of endourology* (4^a ed.). Wiley-Blackwell
- Stošić, N., Popović, J., Anđelković Apostolović, M., Mitić, A., Nikolić, M., Barac, R., & Kostić, M. (2023). Effects of Autoclave Sterilization on Cyclic Fatigue Resistance in 5 Types of Rotary Endodontic Instruments: An In Vitro Study. *Medical Science Monitor*:

- international medical journal of experimental and clinical research, 29, e939694.
<https://doi.org/10.12659/MSM.939694>
- Tabassum, S., Zafar, K. & Umer, F. (2019). Nickel-Titanium rotary file systems: What's new? European Endodontic Journal, 3(3), 111–117.
<https://doi.org/10.14744/eej.2019.80664>
- Torabinejad, M., Fouad, A. F. & Shabahang, S. (Eds.). (2021). Endodoncia: Principios y práctica (6.^a ed.). Elsevier Health Sciences.
- Walia, H. M., Brantley, W. A., & Gerstein, H. (1988). An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. Journal of endodontics, 14(7), 346–351. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(88\)80196-1](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(88)80196-1)
- Wolcott, S., Wolcott, J., Ishley, D., Kennedy, W., Johnson, S., Minnich, S., & Meyers, J. (2006). Separation incidence of protaper rotary instruments: a large cohort clinical evaluation. Journal of endodontics, 32(12), 1139–1141.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.05.015>
- Yahata, Y., Yoneyama, T., Hayashi, Y., Ebihara, A., Doi, H., Hanawa, T. & Suda, H. (2009). Effect of heat treatment on transformation temperatures and bending properties of nickel-titanium endodontic instruments. International Endodontic Journal, 42(7), 621–626. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01563.x>
- Yang, C., Min, Y., & Fan, W. (2025). Cyclic Fatigue Evaluation of Nickel-Titanium Rotary Instruments Using an Electrical Resistance-based Method. Journal of Endodontics, S0099-2399(25)00373-5. Advance online publication.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2025.06.015>
- You, S. Y., Bae, K. S., Baek, S. H., Kum, K. Y., Shon, W. J., & Lee, W. (2010). Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. Journal of endodontics, 36(12), 1991–1994. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.08.040>

8. Anexos



Página 1 de 58 - Portada

Identificador de la entrega trn:oid::3117:521015113

José Luis Mendoza Chavez

Esterilización por autoclave y su efecto en las limas endodónticas revisión sistemática.pdf

 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:521015113

Fecha de entrega

31 oct 2025, 8:18 a.m. GMT-6

Fecha de descarga

31 oct 2025, 8:55 a.m. GMT-6

Nombre del archivo

Esterilización por autoclave y su efecto en las limas endodónticas revisión sistemática.pdf

Tamaño del archivo

654.6 KB

50 páginas

13.532 palabras

75.171 caracteres



Página 1 de 58 - Portada

Identificador de la entrega trn:oid::3117:521015113

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
Programa educativo	Especialidad en Endodoncia	
Título del trabajo	Esterilización por autoclave y su efecto en las limas endodónticas: revisión sistemática	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	José Luis Mendoza Chavez	1344148A@umich.mx
Director	Gabriela López Torres	gabriela.lopez.torres@umich.mx
Codirector	Benigno Miguel Calderón Rojas	benigno.rojas@umich.mx
Coordinador del programa	Luis Alberto Pantoja Villa	luis.pantoja@umich.mx

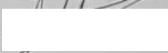
Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	No	

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	No	
Traducción a otra lengua	No	
Revisión y corrección de estilo	No	
Análisis de datos	No	
Búsqueda y organización de información	No	
Formateo de las referencias bibliográficas	No	
Generación de contenido multimedia	No	
Otro	No	

Datos del solicitante	
Nombre y firma	José Luis Mendoza Chavez 
Lugar y fecha	Morelia, Michoacán 30/10/2025