

REVISIÓN SISTEMÁTICA

## Resistencia a la fatiga cíclica y torsional de los instrumentos mecanizados de níquel-titanio

### Cyclic and torsional fatigue resistance of nickel-titanium machined instruments

Alberto Paredes Mosquera<sup>1</sup>. María Angélica Terreros Caicedo<sup>2</sup>. Jenny Guerrero Ferreccio<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Residente de Posgrado de Endodoncia. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

<https://orcid.org/0009-0006-7739-6826>

<sup>2</sup> PhD en Odontología. MSc en Investigación Clínica y Epidemiológica. Docente Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

<https://orcid.org/0000-0002-5761-851X>

<sup>3</sup> Especialista en Endodoncia. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

<https://orcid.org/0009-0006-3755-6645>

Correspondencia:

[matterrosdehuc@gmail.com](mailto:matterrosdehuc@gmail.com)

Recibido: 18/06/2025

Aceptado: 22/08/2025

Publicado: 25/08/2025

#### *Conflictos de intereses*

*Los autores señalan que no existe conflicto de intereses durante la realización del trabajo de investigación, además solo fue sometido a la Revista Científica “Especialidades Odontológicas UG” para su revisión y publicación.*

#### *Financiamiento*

*Los autores indican la utilización de fondos propios para la elaboración del trabajo de investigación.*

#### *Declaración de contribución*

*Todos los autores han contribuido en elaboración del trabajo de investigación, en las diferentes partes del mismo*

#### **RESUMEN**

Introducción: Los sistemas de instrumentación mecanizada son instrumentos avanzados, que sirven para la preparación biomecánica de los conductos radiculares. Ofrecen ventajas en términos de eficiencia, precisión, desinfección y reducción del tiempo de trabajo. Por otro lado, la aleación de níquel-titanio es el material ideal para la fabricación de limas endodónticas por ser fácilmente deformable, dúctil, superelástico y altamente resistente al estrés por flexión, lo que es útil para la instrumentación de complejos sistemas de conductos radiculares. Sin embargo, los sistemas de instrumentación mecanizada están sujetos a altos niveles de fatiga cíclica y torsional, lo que podría provocar la fractura de instrumentos. A pesar de los beneficios de la super elasticidad en la aleación NiTi, la fractura de los instrumentos sigue siendo una preocupación clínica importante. Objetivo: Analizar la resistencia a la fatiga cíclica y torsional de los instrumentos mecanizados de níquel-titanio. Materiales y Métodos: Búsqueda bibliográfica a través de PubMed. Es una investigación de enfoque cuali-cuantitativo, de tipo transversal y retrospectivo, con un diseño descriptivo-analítico y método deductivo; siguiendo criterios de inclusión y exclusión se incluyeron 26 artículos. Resultados: Todos los instrumentos tienen una vida



*Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra.*

útil que permite un uso clínico seguro. La superioridad o inferioridad de un instrumento con respecto a la fatiga cíclica basada en resultados de laboratorio, incluso cuando se garantizan trayectorias idénticas, puede considerarse cuestionable, ya que las características y los parámetros de diseño de los instrumentos varían considerablemente y las configuraciones experimentales carecen de parámetros clínicos adicionales y, por lo tanto, de relevancia clínica. Conclusiones: Se requieren más estudios para evaluar el impacto de los parámetros de diseño y las propiedades de los instrumentos endodónticos con una mejor estandarización.

Palabras Clave: resistencia fatiga cíclica, aleación níquel-titanio, esterilización.

## ABSTRACT

**Introduction:** Machined instrumentation systems are advanced instruments, which serve for biomechanical preparation of root canals. They offer advantages in terms of efficiency, precision, disinfection and reduction of working time. On the other hand, nickel-titanium alloy is the ideal material for the fabrication of endodontic files because it is easily deformable, ductile, super elastic and highly resistant to bending stress, which is useful for the instrumentation of complex root canal systems. However, machined instrumentation systems are subject to high levels of cyclic and torsional fatigue, which could lead to instrument fracture. Despite the benefits of super elasticity in NiTi alloy, instrument fracture remains a major clinical concern. **Objective:** To analyze the resistance to cyclic and torsional fatigue of machined nickel-titanium instruments. **Materials and Methods:** Literature search through PubMed. This is a qualitative-quantitative, cross-sectional and retrospective research, with a descriptive-analytical design and deductive method; following inclusion and exclusion criteria, 26 articles were included. **Results:** All instruments have a useful life that allows safe clinical use. The superiority or inferiority of an instrument with respect to cyclic fatigue based on laboratory results, even when identical trajectories are guaranteed, can be considered questionable, since the characteristics and design parameters of the instruments vary considerably and the experimental configurations lack additional clinical parameters and, therefore, clinical relevance. **Conclusions:** Further studies are required to evaluate the impact of design parameters and properties of endodontic instruments with better standardization.

Keywords: cyclic fatigue resistance, nickel-titanium alloy, sterilization.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de instrumentación mecanizada son instrumentos avanzados, rotatorios y reciprocatantes, que sirven para la preparación biomecánica de los conductos radiculares. Ofrecen ventajas en términos de eficiencia, precisión, desinfección y reducción del tiempo de trabajo. Según estudios, los instrumentos reciprocatantes presentan mayor resistencia a la fatiga cíclica debido a su movimiento horario-antihorario que permite menor estrés en su estructura, a comparación de los instrumentos rotatorios que tienen giro continuo.<sup>1-5</sup>

La aleación de níquel-titanio es el material ideal para la fabricación de limas endodónticas por ser fácilmente deformable, dúctil, superelástico y altamente resistente al estrés por flexión, lo que es particularmente útil para la instrumentación

de complejos sistemas de conductos radiculares. Es una aleación que contiene 51% de níquel y un 49% de titanio. A lo largo de los años, este material ha sido sometido a distintos tipos de tratamientos térmicos, dando como resultado una amplia variedad de instrumentos que presentan evidentes ventajas sobre la fatiga cíclica.<sup>6-10</sup>

El diseño geométrico de la sección transversal son las diferentes formas geométricas de las limas endodónticas observadas desde un corte axial. Se obtienen mediante torsión, corte o electropulido de los instrumentos. No sólo influyen en la capacidad de corte dentinario, sino también en la resistencia a la fatiga cíclica, ya que un diseño geométrico con más puntos de contacto y/o con menor masa en su estructura será predisponente a la fractura.<sup>11-15</sup>



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra.

La velocidad rotacional es el número de vueltas que da un instrumento endodóntico sobre su propio eje en un periodo de un minuto. Por otro lado, el torque es la fuerza con la que un instrumento corta la estructura dentinaria, es medida en Newton. Tienen una importante influencia sobre la fatiga cíclica, pero dependerá también de las propiedades que tenga el instrumento con el que se esté trabajando.<sup>16-20</sup>

La esterilización es un proceso que elimina de las superficies todos los microorganismos vivos, incluidas las esporas. Debe realizarse justo después de las actividades de limpieza y desinfección para garantizar que se haya eliminado la materia orgánica y la mayor parte de los patógenos. Puede llevarse a cabo mediante actividades mecánicas, por ejemplo: vapor, o

Además, estas limas tienen una curva de aprendizaje corta. Sin embargo, los sistemas de instrumentación mecanizada están sujetos a altos niveles de fatiga cíclica y torsional, lo que podría provocar la fractura de instrumentos.<sup>26</sup>

A pesar de los beneficios de la superelasticidad en la aleación NiTi, la fractura de los instrumentos sigue siendo una preocupación clínica importante. Se han implementado estrategias para aumentar la seguridad y la eficiencia de las limas NiTi; esto incluye el uso de nuevas aleaciones que brindan propiedades mecánicas superiores, y mejoras en el proceso de fabricación.

Estos procesos realizados durante la fabricación han provocado que el comportamiento de la aleación NiTi y sus propiedades mecánicas varíen según su tratamiento térmico/mecánico y su composición.<sup>26</sup> Por todo lo mencionado anteriormente, el objetivo de este estudio es analizar la resistencia a la fatiga cíclica y torsional de los instrumentos mecanizados de níquel-titanio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación tiene un enfoque cual-cuantitativo, de tipo transversal y retrospectivo, con un diseño descriptivo-analítico y método deductivo.

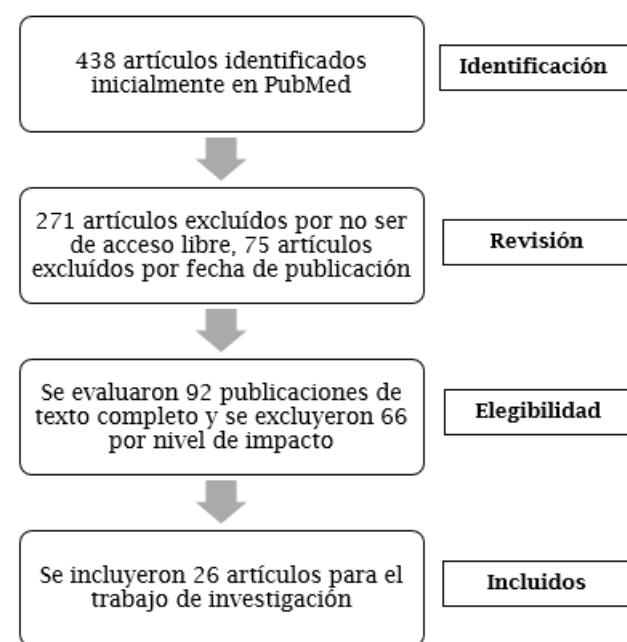
químicas, por ejemplo: óxido de etileno. Los procedimientos de esterilización implican un procesamiento termomecánico y un tratamiento térmico adicional. Esto puede influir en gran medida en la memoria de forma de los instrumentos y sus capacidades superelásticas. Sin embargo, estos hallazgos dependen en gran medida de la metalurgia, el diseño y el proceso de fabricación de las limas de níquel-titanio.<sup>21-25</sup>

Los sistemas de instrumentación mecanizada han demostrado la capacidad de limpiar y dar forma al sistema de conductos radiculares con menos instrumentos, lo que implica un tiempo de trabajo reducido. Han demostrado una alta capacidad para mantener la anatomía original del conducto sin eliminar en exceso la dentina y lograr una preparación más centrada.

El universo estuvo conformado de 438 artículos. A través del cribado descrito en el análisis PRISMA, siguiendo los criterios de inclusión y exclusión, se utilizaron 26 artículos.

Se analizaron las siguientes variables: tipo de cinemática, tratamiento térmico, diseño geométrico de la sección transversal, velocidad rotacional y esterilización.

*Gráfico 1. Diagrama del proceso de selección de artículos. Análisis PRISMA.*



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra.

## RESULTADOS

*Tabla 1. Influencia del tipo de cinemática en la resistencia a la fatiga cíclica y torsional de los instrumentos mecanizados de níquel-titanio.*

Autores	Métodos analizados	Características	Resultados
Pedro-Muñoz A et al, 2024 <sup>1</sup>	Tiempo de fractura, Número de ciclos para fractura	Es el tiempo que soporta un instrumento bajo estrés hasta el momento de fractura. <sup>1</sup> Es el número de vueltas que soporta un instrumento bajo estrés hasta el momento de fractura. <sup>1</sup>	El TDF para las limas rotatorias se determinó en 474,5 seg, y 839,1 seg para las reciprocantes. El NCF para los sistemas rotatorios se determinó en 1444,2 y para los sistemas de limas reciprocantes en 4155,9. <sup>1</sup>
Tabassum S, 2024 <sup>2</sup>	Tiempo de fractura, Número de ciclos para fractura	Es el tiempo que soporta un instrumento bajo estrés hasta el momento de fractura. <sup>2</sup> Es el número de vueltas que soporta un instrumento bajo estrés hasta el momento de fractura. <sup>2</sup>	El TDF para las limas rotatorias se determinó en 363,2 seg, y 714,6 seg para las reciprocantes. El NCF para los sistemas rotatorios se determinó en 1225,7 y para los sistemas de limas reciprocantes en 3647,2. <sup>2</sup>
Ubaed HR et al, 2022 <sup>3</sup>	Número de ciclos para fractura	Es el número de vueltas que soporta un instrumento bajo estrés hasta el momento de fractura. <sup>3</sup>	El NCF para las limas rotatorias se determinó en $2210 \pm 950$ . <sup>3</sup>
Ramadan F, 2023 <sup>4</sup>	Número de ciclos para fractura	Es el número de vueltas que soporta un instrumento bajo estrés hasta el momento de fractura. <sup>4</sup>	El NCF para las limas rotatorias se determinó en $2154.3 \pm 485.9$ . <sup>4</sup>
Heck L, 2022 <sup>5</sup>	Test de fatiga cíclica, Test de resistencia a la flexión	Se hace girar un instrumento en un aparato con cierta angulación y radio de curvatura. <sup>5</sup> Se utiliza una máquina de torsión para evaluar la flexibilidad máxima de un instrumento. <sup>5</sup>	El TDF para las limas rotatorias se determinó en 204,7 seg, y 109,2 seg para las reciprocantes. La RF para los sistemas rotatorios se determinó en 1,33 N.cm y para los sistemas de limas reciprocantes en 1,37 N.cm. <sup>5</sup>

*Tabla 2. Influencia de la aleación de níquel-titanio en la resistencia a la fatiga cíclica y torsional de los instrumentos mecanizados.*

Autores	Métodos analizados	Características	Resultados
Chi D et al, 2021 <sup>6</sup>	Tiempo de fractura, Número de ciclos para fractura	Es el tiempo que soporta un instrumento bajo estrés hasta el momento de fractura. <sup>6</sup> Es el número de vueltas que soporta un instrumento bajo estrés hasta el momento de fractura. <sup>6</sup>	El TDF y NCF de 6 aleaciones NiTi fueron probados en ángulos de curvatura de 45° y 60°. En un ángulo de 60°, HCM tuvo el mayor NCF, y PTU el menor. En un ángulo de 45°, la TDF y NCF de WOG, HCM, HEDM y TFA fueron significativamente más altas que las de PTU y PTN. <sup>6</sup>
Ruiz-Sánchez C et al, 2020 <sup>7</sup>	Test de fatiga cíclica	Se diseña un dispositivo con un diámetro apical de 0.25 mm, un ángulo de curvatura de 60°, un radio de curvatura de 5 mm, una longitud de 20 mm y una conicidad del 6% y 8%. <sup>7</sup>	La aleación CM-Gold de las limas rotatorias endodónticas PTG resultó en una mayor resistencia a la fatiga cíclica que las limas rotatorias endodónticas PVB, PTN y PTU. <sup>7</sup>
Pedullà E et al, 2022 <sup>8</sup>	Número de ciclos para fractura	Es el número de vueltas que soporta un instrumento bajo estrés hasta el momento de fractura. <sup>8</sup>	Las limas con aleación CM tuvieron NCF significativamente más altas que los instrumentos de aleación T. <sup>8</sup>
Silva E, 2020 <sup>9</sup>	Test de fatiga cíclica	Se utilizó un dispositivo de acero inoxidable que simuló un conducto radicular con un ángulo de curvatura de 80° y un radio de 3 mm. <sup>9</sup>	Los instrumentos con aleación Blue mostraron una mayor resistencia a la fatiga cíclica que las aleaciones Gold. Además, demostraron un mayor tiempo a la fractura. <sup>9</sup>
Sobral TKM, 2024 <sup>10</sup>	Test de fatiga cíclica	Se utilizó un dispositivo de acero inoxidable que simuló un conducto radicular con un ángulo de curvatura de 60° y un radio de 5 mm. <sup>10</sup>	Los instrumentos con aleación Blue presentan una alta resistencia a la fatiga cíclica. <sup>10</sup>



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra.

*Tabla 3. Influencia del diseño geométrico de la sección transversal en la resistencia a la fatiga cíclica y torsional de los instrumentos mecanizados de níquel-titanio.*

Autores	Métodos analizados	Características	Resultados
Youssef E et al, 2024 <sup>11</sup>	Test de fatiga cíclica	Se utilizó un bloque de metal hecho a medida que simulaba un conducto radicular con un ángulo de curvatura de 60° y un radio de 5 mm. <sup>11</sup>	El diseño transversal en forma de paralelogramo de las limas WO y WOG presentaron mayor resistencia a la fatiga cíclica que las limas con diseño transversal de triángulo cóncavo y doble S. <sup>11</sup>
Faus-Llácer V et al, 2021 <sup>12</sup>	Test de fatiga cíclica	Se utilizó un dispositivo de acero inoxidable con sistemas de conductos radiculares artificiales con diámetro apical de 0.20 mm y 0.25 mm, ángulo de curvatura de 60°, radio de curvatura de 3 mm, longitud de 20 mm y conicidad de 4% y 8%. <sup>12</sup>	El diseño transversal en forma de doble S muestra una mayor resistencia a la fatiga cíclica que el diseño transversal rectangular, triangular convexa y triangular. <sup>12</sup>
Uslu G et al, 2020 <sup>13</sup>	Test de fatiga cíclica	Se utilizó un dispositivo de acero inoxidable con sistemas de conductos radiculares artificiales. <sup>13</sup>	El diseño transversal en forma de doble S de las limas VDW.ROTATE y Hyflex CM mostraron mayor resistencia a la fatiga cíclica que el diseño transversal cuadrado y triple hélix de las limas TruNatomy y 2Shape, respectivamente. <sup>13</sup>
Bürklein S et al, 2021 <sup>14</sup>	Test de fatiga cíclica	Se utilizó un dispositivo de acero inoxidable con sistemas de conductos radiculares artificiales. <sup>14</sup>	El diseño transversal en forma de doble S presentó mayor resistencia a la fatiga cíclica que el diseño transversal triangular y rectangular. <sup>14</sup>
Gündoğar M et al, 2020 <sup>15</sup>	Test de fatiga cíclica	Se utilizó un dispositivo de acero inoxidable con sistemas de conductos radiculares artificiales. <sup>15</sup>	El diseño transversal en forma de doble S presentó mayor resistencia a la fatiga cíclica que el diseño transversal cuadrado y triangular convexo. <sup>15</sup>

*Tabla 4. Influencia de la velocidad rotacional en la resistencia a la fatiga cíclica y torsional de los instrumentos mecanizados de níquel-titanio.*

Autores	Métodos analizados	Características	Resultados
Faus-Matoses V et al, 2022 <sup>16</sup>	Test de fatiga cíclica	Se diseñó un dispositivo de acero inoxidable simulando sistemas de conductos radiculares con un diámetro apical de 0,25 mm, radio de curvatura de 5 mm, ángulo de curvatura de 60°, conicidad de 6% y 20 mm de longitud. <sup>16</sup>	Las limas que utilizan movimientos reciprocatantes a 350 rpm con un movimiento de 120° en sentido antihorario y 30° en sentido horario presentan una mayor resistencia a la fatiga cíclica que las limas utilizadas con un movimiento reciprocatante a 400 rpm con un movimiento de 120° en sentido antihorario y 30° en sentido horario, una velocidad de rotación continua a 200 rpm, una velocidad de rotación continua a 350 rpm y una velocidad de rotación continua a 500 rpm. <sup>16</sup>
Gouédard C et al, 2022 <sup>17</sup>	Test de fatiga cíclica	Se utilizó una máquina que simuló un sistema de conductos radiculares con un radio de curvatura de 5 mm y ángulo de curvatura de 60°. <sup>17</sup>	Las limas que utilizan movimientos de rotación continua presentan mayor seguridad contra la fractura por fatiga cíclica si se usan en velocidades medias como 350 rpm. Entre más sea la velocidad, mayor será el riesgo de fractura. <sup>17</sup>
Thu M et al, 2022 <sup>18</sup>	Test de fatiga cíclica	Se utilizó un conducto artificial de acero inoxidable de 18 mm de largo con un radio de curvatura de 5 mm, una curvatura de conducto de 45° y un diámetro de conducto de 2 mm. <sup>18</sup>	Las limas utilizadas a 100-300 rpm mostraron valores significativamente más seguros contra la fractura por fatiga cíclica que las limas utilizadas a 300-500 rpm. <sup>18</sup>
Braga T et al, 2021 <sup>19</sup>	Test de fatiga cíclica	Se utilizó un conducto artificial de acero inoxidable con un ángulo de 60° y un radio de curvatura de 5 mm. <sup>19</sup>	Una velocidad de 200-400 rpm ofrece mayor seguridad que una velocidad igual o superior a 500 rpm. <sup>19</sup>
Uygun AD, 2020 <sup>20</sup>	Test de fatiga cíclica	Se utilizó un conducto artificial de acero inoxidable con un ángulo de 60° y un radio de curvatura de 3 mm. <sup>20</sup>	Se recomienda en limas reciprocatantes que los ángulos de movimiento y velocidad sean de 150° antihorario, 30° horario y 300 rpm. Mientras que, para limas de rotación continua sea de 300-400 rpm. <sup>20</sup>



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra.

*Tabla 5. Influencia de la esterilización en la resistencia a la fatiga cíclica y torsional de los instrumentos mecanizados de níquel-titanio.*

Autores	Métodos analizados	Características	Resultados
Sharroufna R et al, 2020 <sup>21</sup>	Esterilización en autoclave, test de número de ciclos para la fractura	Se dividieron 2 grupos: instrumentos esterilizados y no esterilizados. Los instrumentos esterilizados se sometieron a 10 ciclos de esterilización en autoclave. Se utilizó un conducto artificial de acero inoxidable para el test de NCF. <sup>21</sup>	Las limas esterilizadas presentaron 755 NCF frente a 1198 NCF de las no esterilizadas. <sup>21</sup>
Almohareb RA et al, 2023 <sup>22</sup>	Esterilización en autoclave, test de fatiga cíclica	Se dividieron en 4 grupos iguales: Las limas del grupo control no se esterilizaron. Mientras que, se utilizaron diferentes ciclos de esterilización en autoclave (1, 5 y 10) para los otros tres grupos. Se utilizó un conducto artificial de acero inoxidable para el test. <sup>22</sup>	Las limas no esterilizadas mostraron una resistencia significativamente mayor a la fatiga cíclica que las limas esterilizadas en todos los grupos de autoclave. <sup>22</sup>
Al-Amidi A et al, 2023 <sup>23</sup>	Esterilización en autoclave, test de número de ciclos para la fractura	Se dividieron 2 grupos: esterilizados y no esterilizados. Las limas se probaron utilizando un conducto artificial hecho a medida y se calculó el número de ciclos hasta la fractura (NCF). <sup>23</sup>	En los instrumentos no esterilizados, el NCF fue significativamente mayor que el otro grupo. El tratamiento en autoclave disminuyó significativamente la resistencia a la fatiga cíclica de las limas probadas. <sup>23</sup>
Alajemi M et al, 2024 <sup>24</sup>	Esterilización en autoclave, test de fatiga cíclica	Se dividieron en 2 grupos: El grupo control incluyeron limas que no se usaron ni se esterilizaron. Las limas del grupo de prueba se usaron para preparar los conductos radiculares de premolares mandibulares extraídos y luego se esterilizaron. Despues, todas las limas se sometieron a una prueba de fatiga cíclica. <sup>24</sup>	No se observó ninguna diferencia significativa en el número de ciclos hasta la falla entre los grupos analizados. <sup>24</sup>
Javadi AA et al, 2023 <sup>25</sup>	Esterilización en autoclave, test de número de ciclos para la fractura	Se dividieron 2 grupos: instrumentos esterilizados y no esterilizados. Los instrumentos esterilizados se sometieron a 5 ciclos de esterilización en autoclave. Se utilizó un conducto artificial de acero inoxidable para el test de NCF. <sup>25</sup>	Las limas esterilizadas presentaron mayor NCF que las limas no esterilizadas. <sup>25</sup>

## DISCUSIÓN

No se registraron diferencias estadísticamente significativas entre limas rotatorias y reciprocatas en el test de tiempo de fractura, mientras que, en el test de numero de ciclos para la fractura se evidenció una mayor resistencia a la fatiga en limas reciprocatas.<sup>1,2</sup> Sin embargo, Heck et al. (2022) demostró que, los instrumentos reciprocatas presentaron una resistencia a la fatiga cíclica significativamente menor en comparación con los instrumentos rotatorios. Además, el test de flexión no presentó

diferencias estadísticamente significativas entre los instrumentos evaluados.<sup>5</sup> Ubaed et al. (2022) y Ramadan et al. (2023) registraron una alta resistencia a la fatiga cíclica en limas rotatorias mediante las pruebas utilizadas en sus estudios.<sup>3,4</sup>

Chi et al. (2021) y Pedullà et al. (2022) determinaron que, el uso de M-wire, R-phase wire, CM-wire, aleación Gold, y tecnología EDM son beneficiosos para mejorar la resistencia a la fatiga cíclica de las limas NiTi.<sup>6,8</sup> Ruiz-Sánchez et al. (2020) analizó que, la aleación de NiTi CM-



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra.

Gold presentó una mayor resistencia a la fatiga cíclica.<sup>7</sup> Sin embargo, Silva (2020) y Sobral (2023) demostraron que, las limas con aleación Blue poseen una mayor resistencia a la fatiga cíclica que los instrumentos Gold.<sup>9,10</sup>

Varios autores registraron que, la sección transversal en forma de doble S tiene una mayor resistencia a la fatiga cíclica que los demás diseños.<sup>12,13,15</sup> Sin embargo, Youssef et al. (2024) demostró que, la sección transversal en forma de paralelogramo proporciona mayor resistencia que la forma de doble S.<sup>11</sup> No obstante, Bürklein et al. (2021) afirmó que, todos los instrumentos tienen una vida útil que permite un uso clínico seguro. La superioridad o inferioridad de un instrumento con respecto a la fatiga cíclica basada en resultados de laboratorio, incluso cuando se garantizan trayectorias idénticas, puede considerarse cuestionable, ya que las características y los parámetros de diseño de los instrumentos varían considerablemente y las configuraciones experimentales carecen de parámetros clínicos adicionales y, por lo tanto, de relevancia clínica.<sup>14</sup>

Para disminuir el riesgo de fractura, Faus-Matoses et al. (2022) y Uygun (2020) recomendaron utilizar las limas reciprocatantes con una velocidad de 300-400 rpm, y mantener un movimiento de 120-150° antihorario y 30° horario.<sup>16,20</sup> Por otro lado, varios autores llegaron a un acuerdo de que las velocidades más seguras en limas de rotación continua son aquellas hasta 350-400 rpm.<sup>17-19</sup>

Sharroufna et al. (2020) y Javadi et al. (2023) registraron que, los ciclos repetidos de esterilización en autoclave disminuyeron el NCF.<sup>21,25</sup> Otros autores concuerdan en que la resistencia a la fatiga cíclica de las limas no esterilizadas fue mayor que las esterilizadas en todas las condiciones probadas.<sup>22,23</sup> Sin embargo, Alajemi et al. (2024) afirmó que, el uso clínico repetido y la esterilización durante hasta tres ciclos no afectaron la resistencia a la fatiga cíclica.<sup>24</sup>

## CONCLUSIONES

Se requieren más estudios para evaluar el impacto de los parámetros de diseño y las propiedades de los materiales de los instrumentos endodónticos con una mejor estandarización. Actualmente, ningún laboratorio logra simular los parámetros relacionados con el operador y las condiciones clínicas exactas, incluida la acción de corte activa, la tensión de torsión, la presión axial, entre otras.

Por lo tanto, los resultados y los datos disponibles sobre las pruebas de fatiga cíclica de los instrumentos endodónticos de NiTi pueden considerarse cuestionables y carecer de relevancia clínica. Sin embargo, los operadores siempre deben conocer las características y los parámetros de diseño de los instrumentos utilizados en la preparación del conducto radicular, así como su propia experiencia y habilidades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. De Pedro-Muñoz A, Rico-Romano C, Sánchez-Llobet P, Montiel-Company JM, Mena-Álvarez J. Cyclic Fatigue Resistance of Rotary versus Reciprocating Endodontic Files: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JCM*. 2024;13(3):882.
2. Tabassum S. NiTi Rotary Systems: What's New. *Eur Endod J* [Internet]. 2019 [citado 30 de noviembre de 2024]; Disponible en: <http://eurendodj.com/jvi.aspx?un=EEJ-80664>
3. Ubaed HR, Bakr DKH. Cyclic Fatigue Resistance of Nickel-Titanium Rotary Instruments after Simulated Clinical Use. López Perrusquia N, editor. *Applied Bionics and Biomechanics*. 2022; 2022:1-7.
4. Ramadan F, AbuMostafa A, Alharith D. Evaluation of cyclic fatigue and bending test for different Nickel-Titanium files. Karobari MI, editor. *PLoS ONE*. 2023;18(8): e0290744.
5. Heck L, Weissheimer T, Souza Calefi PH, Priori Alcalde M, Ricci Vivan R, da Rosa RA, et al. Effect of A Clinical-Replicable Cooling Protocol on the Cyclic Fatigue Resistance of Heat-Treated Nickel-Titanium Instruments. *Iranian Endodontic Journal*. 2022;17(3):132-7.
6. Chi D, Zhang Y, Lin X, Tong Z. Cyclic fatigue resistance for six types of nickel titanium



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra.

instruments at artificial canals with different angles and radii of curvature. *Dent Mater* J. 2021;40(5):1129-35.

7. Ruiz-Sánchez C, Faus-Llácer V, Faus-Matoses I, Zubizarreta-Macho Á, Sauro S, Faus-Matoses V. The Influence of NiTi Alloy on the Cyclic Fatigue Resistance of Endodontic Files. *JCM*. 2020;9(11):3755.

8. Pedullà E, Canova FS, La Rosa GRM, Naaman A, Diemer F, Generali L, et al. Influence of NiTi Wire Diameter on Cyclic and Torsional Fatigue Resistance of Different Heat-Treated Endodontic Instruments. *Materials*. 2022;15(19):6568.

9. Silva E. Cyclic fatigue and torsional resistance of NiTi martensite reciprocating instruments. *Eur Endod J* [Internet]. 2020 [citado 30 de noviembre de 2024]; Disponible en: <http://eurendodj.com/jvi.aspx?un=EEJ-16878&volume=>

10. Sobral TKM. Dynamic Cyclic Fatigue Resistance of Heat-treated Nickel Titanium Instruments in Reciprocating Motion. *Eur Endod J* [Internet]. 2023 [citado 30 de noviembre de 2024]; Disponible en: <https://eurendodj.com/jvi.aspx?un=EEJ-73792&volume=>

11. Youssef E, Jungbluth H, Jepsen S, Gruener M, Bouraue C. Comparing Cyclic Fatigue Resistance and Free Recovery Transformation Temperature of NiTi Endodontic Single-File Systems Using a Novel Testing Setup. *Materials*. 25 de enero de 2024;17(3):566.

12. Faus-Llácer V, Hamoud-Kharrat N, Marhuenda Ramos MT, Faus-Matoses I, Zubizarreta-Macho Á, Ruiz Sánchez C, et al. Influence of the Geometrical Cross-Section Design on the Dynamic Cyclic Fatigue Resistance of NiTi Endodontic Rotary Files—An In Vitro Study. *JCM*. 2021;10(20):4713.

13. Uslu G, Gündoğar M, Özyürek T, Plotino G. Cyclic fatigue resistance of reduced-taper nickel-titanium (NiTi) instruments in doubled-curved (S-shaped) canals at body temperature. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2020;14(2):111-5.

14. Bürklein S, Zupanc L, Donnermeyer D, Tegtmeyer K, Schäfer E. Effect of Core Mass and Alloy on Cyclic Fatigue Resistance of Different Nickel-Titanium Endodontic Instruments in

Matching Artificial Canals. *Materials*. 2021;14(19):5734.

15. Gündoğar M, Uslu G, Özyürek T, Plotino G. Comparison of the cyclic fatigue resistance of VDW.ROTATE, TruNatomy, 2Shape, and HyFlex CM nickel-titanium rotary files at body temperature. *Restor Dent Endod*. 2020;45(3):e37.

16. Faus-Matoses V, Faus-Llácer V, Ruiz-Sánchez C, Jaramillo-Vásconez S, Faus-Matoses I, Martín-Biedma B, et al. Effect of Rotational Speed on the Resistance of NiTi Alloy Endodontic Rotary Files to Cyclic Fatigue—An In Vitro Study. *JCM*. 2022;11(11):3143.

17. Gouédard C, Pino L, Arbab-Chirani R, Arbab-Chirani S, Chevalier V. Comparison of the cyclic fatigue resistance of One Curve, F6 Skytaper, Protaper Next, and Hyflex CM endodontic files. *Restor Dent Endod*. 2022;47(2):e16.

18. Thu M, Ebihara A, Maki K, Nishijo M, Kimura S, Nakatsukasa T, et al. Effect of different axial speed patterns on cyclic fatigue resistance of rotary nickel-titanium instruments. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):617.

19. Braga T, Vivan RR, Alcalde MP, de Camargo JM, Hungaro Duarte MA. Evaluation of the Cyclic and Torsional Fatigue Resistance of Thermally Treated Hyflex CM versus Aurum Blue Nickel-titanium Rotary Instruments. *Iranian Endodontic Journal*. 2021;16(2):109-13.

20. Uygun AD. Cyclic fatigue resistance of VDW.ROTATE and Reciproc Blue nickel-titanium files at root canal temperature. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2020;14(3):177-80.

21. Sharroufna R, Mashyakhy M. The Effect of Multiple Autoclave Sterilization on the Cyclic Fatigue of Three Heat-Treated Nickel-Titanium Rotary Files: EdgeFile X7, Vortex Blue, and TRUShape. Ni G, editor. BioMed Research International. 2020; 2020:1-6.

22. Almohareb RA, Barakat RM, Algahtani FN, Alkadi MF. Cyclic fatigue resistance of EdgeTaper Platinum, Protaper Gold, and TruNatomy Prime rotary files before and after autoclave sterilization. *PeerJ*. 2023;11: e14656.

23. Al-Amidi A, Al-Gharrawi HR. Effect of autoclave sterilization on the cyclic fatigue resistance of EdgeFile X7, 2Shape, and F-one



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra.

nickel-titanium endodontic instruments. *J Conserv Dent.* 2023;26(1):26.

24. Alajemi M, AbuMostafa A. Effect of simulated clinical use and sterilization on the cyclic fatigue resistance of nickel titanium files. *PeerJ.* 2024;12: e17418.

25. Javadi AA, Jafarzadeh M, Tavakoli N, Karampour M. Effect of Immersion in Disinfectants on Cyclic Fatigue Resistance of Nickel-Titanium Instruments: An in Vitro Study. *fid* [Internet]. 14 de mayo de 2023 [citado 30 de noviembre de 2024]; Disponible en: <https://publish.kne-publishing.com/index.php/fid/article/view/12685>

26. Drukteinis S, Peciuliene V, Bendinskaite R, Brukiene V, Maneliene R, Rutkunas V. Shaping and Centering Ability, Cyclic Fatigue Resistance and Fractographic Analysis of Three Thermally

Treated NiTi Endodontic Instrument Systems. *Materials.* 2020;13(24):5823.



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra.