



**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGIA**

**“DIFERENCIA DE LA RESISTENCIA CICLICA ENTRE DOS
SISTEMAS ROTATORIOS DE NIQUEL TITANIO AREQUIPA 2022”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
CIRUJANO DENTISTA**

PRESENTADO POR

Bach. CCORAHUA MOLLO, FLOR MARLU

<https://orcid.org/0000-0002-7146-3112>

ASESOR

Mg. DURAND VASQUEZ ANTONIO AURELIO

<https://orcid.org/0000-0002-5618-7199>

**AREQUIPA - PERU
2022**

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres porque siempre me han dado un amor incondicional y porque me han dado un gran ejemplo a seguir en cuanto a valentía y coraje. Ellos han hecho posible que haga realidad mis metas y deseos.

A mi hermano y otros seres queridos, cuya simple presencia me ha dado tanto consuelo y apoyo a lo largo de mi vida profesional.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por las bendiciones y las experiencias que me han cambiado la vida.

Agradecer a mi alma mater la formación que me dio, así como los conocimientos que adquirí allí a lo largo de los años.

Agradecer a mis asesores su paciencia, perseverancia y consejos para ayudarme a terminar la tesis, que ha sido posible gracias a su esfuerzo.

ÍNDICE

	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Indice de tablas	vii
Indice de graficos	viii
Resumen	ix
Abstract	x
Introduccion	xi
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 Descripción de la realidad problemática	13
1.2 Formulación del problema	14
1.2.1 Problema principal	14
1.2.2 Problema especifico	14
1.3 Objetivos de la investigación	14
1.3.1 Objetivo general	14
1.3.2 Objetivo especifico	14
1.4 Justificación de la investigación	15
1.4.1. Importancia de la investigación	15
1.4.2 Viabilidad de la investigación	15
1.5 Limitaciones del estudio	15
CAPITULO II: MARCO TEORICO	16
2.1 Antecedentes de la investigación	16
2.1.1 Antecedentes Internacionales	16

2.1.2 Antecedentes Nacionales	17
2.2 Bases teóricas	18
2.3 Endodoncia Mecanizada	19
2.4 Aleación Níquel Titanio	20
2.4.1 Instrumentos endodónticos	20
2.4.2 Rotatorios de níquel titanio	21
2.4.3 Diseño de los instrumentos	21
2.4.4 componentes de las limas	22
2.5 Configuración de los bordes cortantes	23
2.6 Tipos de Fractura	24
2.7 Fatiga cíclica	25
2.7.1 Factores que influyen la resistencia cíclica	25
2.8 Métodos para evaluar la Fatiga Cíclica	27
2.9 Definición de términos básicos	28
CAPITULO III: HIPOTESIS Y VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	30
3.1 Formulación de hipótesis principal	30
3.2 Variables	30
3.3 Operacionalización de variables	30
CAPITULO IV: METODOLOGIA	31
4.1 Diseño metodológico	31
4.2 Diseño maestral	31
4.2.1 Población	31
4.2.2 Muestra	31
4.2.3 Criterios de selección	32
4.3 Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	32
4.3.1 Técnica de recolección de datos	32
4.3.2 Instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad	32

4.4 Técnicas para el procedimiento de la información	33
4.5 Aspectos éticos	33
CAPITULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	34
5.1 Análisis descriptivo	34
5.2 Discusión	38
Conclusiones	40
Recomendaciones	41
FUENTES DE INFORMACION	42

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla No 1: Estadísticos de segmento fracturado AFTM	34
Tabla N ^o 2: Estadísticos de segmento facturado X3	35
Tabla N ^o 3: Tiempo de fractura curva AFTM	36
Tabla N ^o 4: Tiempo de factura curva X3	37

INDICE DE GRAFICOS

	Pág.
Gráficos No 1: Prueba de normalidad del segmento fracturado AFTM	34
Gráficos No 2: Prueba de normalidad del segmento fracturado X3	35
Gráficos No 3: Histograma del tiempo de fractura curva AFTM	36
Gráficos No 4: Histograma del tiempo de fractura curva X3	37

RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo de investigación es evaluar la resistencia a la fatiga cíclica de los sistemas rotatorios de Níquel Titanio AF™ F One y X3 NITI Engine File en un conducto artificial con curvatura de 90° y 3mm de radio trazado en un dispositivo metálico personalizado. En presencia de conductos curvos aumenta la fatiga cíclica por ende la fractura de las limas endodónticas por los ciclos continuos de tracción y compresión. Objetivo: el propósito del presente estudio es determinar la diferencia de la resistencia cíclica entre los dos sistemas rotatorios de Níquel Titanio Arequipa 2022. Materiales y Métodos: se realizó un estudio de método científico de tipo aplicada y explicativo. Diseño de la investigación: experimental, longitudinal, descriptivo de corte transversal, prospectivo y observacional. Se probó la resistencia a la fatiga cíclica de 24 instrumentos en dos grupos de 12 instrumentos cada grupo. Los instrumentos se introdujeron en un conducto artificial de acero inoxidable en una curvatura de 90° en un radio de 3mm de ángulo de inserción con respecto al orificio de entrada de 0°. la resistencia a la fatiga cíclica, se determinó registrando el tiempo hasta conseguir la fractura del instrumento. Resultados: se encontró una notable diferencia en la resistencia a la fatiga cíclica, los instrumentos AF™ F One obtuvieron un tiempo máximo de fractura de 156 segundos y un tiempo mínimo de 45 segundos, mientras que en las limas X3 NITI Engine File obtuvieron un tiempo máximo de 76 segundos y un mínimo de 17 segundos. Conclusiones: los instrumentos AF™ F One presentan notablemente una mayor resistencia a la fatiga cíclica en comparación de las limas X3 NITI Engine File después de trabajar en un conducto artificial de aluminio. Existe una diferencia en el tiempo y longitud del fragmento.

Palabras claves: movimientos recíprocos, fatiga cíclica y limas rotatorias.

ABSTRACT

The development of the present research work is to evaluate the cyclic fatigue resistance of the AFTM F One and X3 NITI Engine File Nickel Titanium rotary systems in an artificial canal with 90° curvature and 3mm radius traced in a customized metallic device. In the presence of curved canals, cyclic fatigue increases and therefore the fracture of endodontic files due to continuous cycles of traction and compression. Objective: The purpose of the present study is to determine the difference in cyclic strength between the two rotary systems of Nickel Titanium Arequipa 2022. Materials and Methods: an applied and explanatory scientific method study was carried out. Research design: experimental, longitudinal, descriptive, cross-sectional, prospective and observational. The cyclic fatigue resistance of 24 instruments was tested in two groups of 12 instruments each. The instruments were introduced into an artificial stainless steel conduit at a 90° curvature at a radius of 3mm of insertion angle with respect to the 0° entrance orifice. The resistance to cyclic fatigue was determined by recording the time until fracture of the instrument was achieved. Results: a notable difference was found in the resistance to cyclic fatigue, the AFTM F One instruments obtained a maximum fracture time of 156 seconds and a minimum time of 45 seconds, while the X3 NITI Engine File obtained a maximum time of 76 seconds and a minimum of 17 seconds.

Conclusions: AFTM F One instruments show significantly higher resistance to cyclic fatigue compared to X3 NITI Engine File files after working in an artificial aluminum canal. There is a difference in the time and length of the fragment.

Keywords: reciprocating movements, cyclic fatigue and rotary files.

INTRODUCCION

Eliminar las bacterias de la boca es el objetivo principal de la terapia endodóntica; el restablecimiento de la salud periodontal depende de la eliminación de las infecciones del conducto radicular, la realización de una correcta preparación quimio mecánica del conducto y la obturación de los conductos en tres dimensiones.

El objetivo del tratamiento del conducto radicular es mantener o restablecer la salud de los tejidos dentales mediante una combinación de instrumentación del conducto radicular, que utiliza equipos endodónticos como limas manuales, rotatorias y recíprocas, así como soluciones de irrigación y obturación que contienen una sustancia inerte.

La aleación de níquel titanio se utiliza en varios instrumentos modernos y gracias a los avances tecnológicos, ahora disponemos de herramientas más sofisticadas que mejoran la perforación cónica. El instrumento tiene una mayor resistencia a la fractura por torsión y flexión, así como superelasticidad, aunque esto no garantiza que no se fracture. El instrumento está sometido constantemente a ciclos de tracción y compresión durante el tratamiento del conducto radicular, lo que desgasta las limas y acaba provocando su rotura.

Esta investigación tiene como objetivo determinar la resistencia a la fatiga cíclica de dos tipos de limas mecanizadas de acción alternada trabajando en un conducto artificial que simulara un grado severo de curvatura. Con la entrada en el mercado de los instrumentos alternativos se redujo la desventaja de la fatiga cíclica frente a la rotación continua.

Los principales factores de la resistencia cíclica son los parámetros anatómicos y el radio y ángulo de curvatura de los conductos radiculares. Además, aprendemos más sobre el diseño del instrumento, el diámetro de la aleación, las aplicaciones clínicas, los métodos de esterilización y el contacto con materiales corrosivos.

Los fabricantes lanzan con frecuencia al mercado instrumentos con diseños distintivos y tratamientos térmicos patentados. Además de ser rentables para nuestras circunstancias, queremos que los instrumentos sean más eficaces, nos ayuden a cometer el menor número posible de errores durante el procedimiento y cumplan las normas, instrucciones y recomendaciones del fabricante.

La estructura del estudio fue:

Capítulo I: Se propone el problema de investigación, se delinea los objetivos de la investigación los cuales formule frente a la obligación determinar la diferencia de la resistencia cíclica entre dos sistemas rotatorios de Níquel Titanio, y las restricciones en información.

Capítulo II: Es donde se recopila antecedentes internacionales, así como nacionales también la teoría con bases científicas, incluyendo conceptos básicos.

Capítulo III: Figura mi hipótesis general y operacionalización de mis variables.

Capítulo IV: Figura el diseño, la metodología de investigación, población y muestra. También la matriz de consistencia, el instrumento, confiabilidad, validez y la técnica estadística.

Capítulo V: Mi análisis y discusión, las tablas de frecuencia y todos los gráficos.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El conducto dentario, altamente vascularizado e inervado, está compuesto por una variedad de células que ayudan al diente de diversas maneras, como mantener la vitalidad de la pieza dentaria. El tejido pulpar es capaz de responder ante cualquier estímulo de agresión inflamatoria. Esta respuesta, conocida como pulpitis reversible puede ser un proceso inflamatorio de leve a moderado que sirve como mecanismo defensivo frente a irritantes o estímulos externos. ¹

Acerca de la endodoncia; consta de una serie de métodos complejos asimismo a una serie de procedimientos mecánicos y químicos para posteriormente lograr el éxito. El tratamiento de conducto se realiza para la conservación de la pieza dentaria, en la práctica clínica la instrumentación es un procedimiento que puede generar estrés, si llegara a suceder la separación del instrumento en el conducto. Por esta razón se debe seleccionar adecuadamente los instrumentos, aquellos que generen mayor resistencia a la fractura. ³

En la actualidad, existe en el mercado una amplia gama de artículos que contienen aleación de Níquel Titanio (NiTi) que son flexibles y resistentes a la fractura. Para completar una rotación de 360 grados con múltiples movimientos alternativos, los instrumentos de NiTi giran mediante movimientos alternativos en los que el instrumento se fuerza inicialmente en una dirección de corte y luego se suelta. Esto permite que la lima se acerque al ápice. Gracias a estas características, se puede utilizar una sola lima para dar forma al conducto, lo que aumenta la seguridad y la confianza del tratamiento. ⁴

Los ciclos repetitivos de la instrumentación causan estrés a la lima por ende cambios estructurales, produciendo así la formación de surcos y pequeñas grietas en la superficie del instrumento que irán creciendo y propagándose hasta llegar a la fractura por la fatiga. ⁵

“la separación de instrumentos endodónticos dentro del tratamiento de conductos es catalogada como un accidente muy común tanto en manos expertas como en principiantes que pueden frustrar las expectativas de tratamiento tanto del

profesional como del paciente, ya que podría impedir la correcta separación biomecánica y esto a su vez convertirse en el fracaso del tratamiento de conductos”.

6

Los instrumentos automatizados a base de Níquel Titanio se han universalizado en la práctica endodóntica por su memoria y superelasticidad; algunos fabricantes utilizan el método de electropulido de superficies.⁵ Con el fin de eliminar los defectos mecanizados.

La resistencia a la fatiga cíclica del instrumento endodóntico es el número de ciclos que puede realizar repetidamente antes de romperse. ⁵

Debido a esto, el objetivo del estudio fue determinar la diferencia de la resistencia cíclica entre dos sistemas rotatorios de Níquel Titanio Arequipa 2022.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema principal

¿Cuál es la resistencia a la fatiga cíclica entre dos sistemas rotatorios de Níquel Titanio Arequipa 2022?

1.2.2 Problema específico

¿Cuál es la diferencia a la fatiga cíclica por longitud de fragmento separado de la AF™ F One Arequipa 2022?

¿Cuál es la diferencia a la fatiga cíclica por longitud de fragmento separado de la X3 NITI Engine File Arequipa 2022?

¿Cuál es la diferencia a la fatiga cíclica por tiempo de fractura de la AF™ F One Arequipa 2022?

¿Cuál es la diferencia a la fatiga cíclica por tiempo de fractura de la X3 NITI Engine File Arequipa 2022?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar la diferencia de la resistencia cíclica entre los dos sistemas rotatorios de Níquel Titanio Arequipa 2022.

1.3.2 Objetivo específico

Determinar la longitud de fragmento separado de la AF™ F One Arequipa 2022.

Determinar la longitud de fragmento separado de la X3 NITI Engine File Arequipa 2022.

Determinar la resistencia a la fatiga cíclica por tiempo de fractura de la AF™ F One Arequipa 2022.

Determinar la resistencia a la fatiga cíclica por tiempo de fractura de la X3 NITI Engine File Arequipa 2022.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1. Importancia de la investigación

Esta investigación tuvo una importancia teórica, dado que generó conocimientos concretos a base de la recopilación de conceptos únicos y nuevos en base a los resultados de estudio realizado.

Importancia social, beneficio al clínico principalmente ya que brindo mayor conocimiento sobre limas de Níquel Titanio.

Importancia práctica, nos sirvió para elegir un mejor instrumento rotatorio, al mismo tiempo mejorar el tiempo y la calidad de trabajo de la misma forma conservar la anatomía del diente.

Importancia metodológica se hizo la comparación entre dos diferentes sistemas de rotación, de composición Níquel Titanio; se estudió el tiempo de la resistencia del fraccionamiento de las limas frente a la fatiga cíclica en un conducto metálico artificial.

Importancia científica, este estudio fue in vitro en un conducto artificial metálico.

1.4.2 Viabilidad de la investigación

Este estudio fue posible ejecutar ya que se pudo adquirir los instrumentos de investigación por lo que se pudo encontrar en el mercado peruano. Conto con el periodo que se requirió para la recolección de la información y recursos económicos necesarios para la ejecución del estudio, dado que la investigación estuvo bajo responsabilidad del investigador.

1.5 Limitaciones del estudio

El trabajo de investigaciones no tubo limitación alguna para la recolección de datos.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Cervantes V. (2021) México: Publica la investigación “Resistencia a la fatiga cíclica de dos sistemas e instrumentación de lima única en curvaturas severas”. Es un estudio observacional descriptivo y comparativo; con una población de 20 instrumentos rotatorios (10 AF™ F One de calibre 25/04 con 25mm y 10 WaveOne Gold Primary de calibre 25/07 con 25mm). Se introducirá a un conducto artificial de platina de acero inoxidable con una angulación de 60 grados con una longitud de 80mm de largo por 5mm de ancho y 40mm de alto, se utilizó un instrumento rotatorio ENDO MATE (NSK, TOKIO) con una velocidad de 500 R.P.M. y un torque de 2N. Según los resultados; teniendo en cuenta la duración de fractura en segundos y la longitud del instrumento fracturado en milímetros, la lima AF™ F One mostro una mayor resistencia a la fatiga cíclica a comparación de la WaveOne Gold Primary según la suma de los factores de la rotación continua de 500RPM.⁴

Ruiz C. (2020) España: Publica la investigación “Comparación de la fatiga cíclica estática y dinámica de diferentes sistemas rotatorios” es un estudio observacional y comparativo; se utilizó 369 limas que fueron divididas en cuatro grupos de sistema rotatorio: Pro Taper Universal F2 (diámetro de 0,25mm y conicidad de 0,08%), Pro Taper Next X2 (diámetro de 0,25mm y conicidad de 0,06%), Pro Taper Gold F2 (diámetro de 0,25mm y conicidad de 0,08%) y ProFile Vortex Blue 25/06 (diámetro de 0,25mm y conicidad de 0,06%) con una longitud de 25mm. Se introducirá a un conducto artificial de platina de acero inoxidable, tiene como resultado es que los sistemas rotatorios varían en la prueba de la fatiga cíclica tanto de manera estática como dinámica, la NCF es superior a los demás sistemas en la prueba de fatiga dinámica y la conclusión es que el sistema Profile Vortex Blue fabricado con aleación Blue Wire, fue el más resistente a la fractura, la resistencia cíclica en el conducto de 45° fue menor que el de 60°, el número de ciclos hasta la fractura y el tiempo de fractura, fueron menores. ⁷

Rubio J. (2019) España: Publica la investigación “Estudio comparativo de la capacidad de conformación y la fatiga cíclica de 10 sistemas de instrumentación endodóncicos” es un estudio observacional y comparativo; con una población de 300 limas de los sistemas F360, Irce, Protaper Next, Rreciproc, F6 Sky Taper, HYflex EDM, Neoniti, One Sape, Revo-S y Wave One Gold. Se utilizó un instrumento rotatorio X-SMART PLUS con la velocidad y torque recomendado por los fabricantes se utilizará un conducto artificial de platina de acero inoxidable con 60 grados, un radio de curvatura de 3.5mm, 21 mm de longitud, 2mm de anchura y una profundidad de 3mm. Según los resultados; el diseño de la curvatura tuvo diseño en el área de corte, siendo el sistema F360 inferior en el tercio coronal F360 e iRace en el tercio medio; F360, iRace y Protaper Next en el tercio apical, y F360 e iRace globalmente. M-Wire superior al tercio coronal, CM-Wire L Niti convencional y M-Wire en tercio medio, Gold-Wire y CM-Wire en el tercio apical y M-Wire y CM-Wire al Niti convencional globalmente.¹

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Taobada K. (2019) Lima: Publica la investigación “resistencia a la fatiga cíclica de dos tipos de lima mecanizados de acción térmica” de método científico, experimental, longitudinal, prospectivo y observacional. Se utilizó 30 muestras nuevas OOF R25 Y RCB R25. Las muestras se seleccionaron en dos grupos, 15 instrumentos para cada uno de los grupos. Las muestras se colocaron en un ángulo de 0° con respecto al orificio de entrada en un conducto artificial de acero inoxidable que tenía un radio de 5mm, una curvatura de 60°. Anotando el tiempo de fractura del instrumento, se calculó la resistencia a la fatiga cíclica. Según los resultados, se encontró una gran diferencia en la resistencia de la fatiga cíclica, los instrumentos OOF consiguieron un tiempo máximo de 48 minutos con 50 segundos y un tiempo mínimo de 21 minutos con 21 segundos, en tanto que los instrumentos RCB obtuvieron un tiempo máximo de 15 minutos con 53 segundos y un tiempo mínimo de 5 minutos con 33 segundos. Llegando así a la conclusión que los instrumentos OOF muestran considerablemente una mayor resistencia a la fatiga cíclica que las limas RCB en un conducto artificial de acero inoxidable. hay diferencia en las longitudes en los fragmentos.⁸

Rendulich J. (2020) Arequipa: Publica la investigación “Estudio in vitro de la resistencia a la fatiga cíclica entre dos sistemas rotatorios de Níquel-Titanio, 2SHAPE (sección transversal asimétrica) y S ONE BLUE (sección transversal en S) en un conducto artificial metálico Arequipa, 2020”. La investigación tiene por objetivo determinar la resistencia a la fatiga cíclica entre dos sistemas rotatorios de Níquel-Titanio, 2SHAPE y S ONE BLUE, este trabajo fue de tipo experimental, transversal y comparativo. A su vez se utilizó 40 muestras divididas en dos grupos, que se elaboró en un conducto metálico artificial de una curvatura de 90° y 3mm y el centro de curvatura de 5mm del final. Cada instrumento se colocó en el endomotor en el que se programó las revoluciones por minuto 2Shape a 330RPM y S One a 380 RPM con el torque de 2.6 Ncm, el tiempo de separación de cada instrumento será monitoreada con una cámara. Tiene como resultado la SOne presenta una medida de 1314.77 ± 396.88 Número de Ciclos hasta Fractura (NCF) y en el de “2Shape” presentaron una media de 421.40 ± 86.02 NCM. También se demostró que “S One” presentó una media aritmética de 6.18 ± 1.31 milímetros y “2Shape” presentó una media aritmética de 5.05 ± 0.46 milímetros en la medición de los fragmentos separados y la conclusión es que el sistema S One (25/.06) alcanzó un promedio de 207.60 ± 62.67 y el sistema 2Shape (25/.06) alcanzó un promedio de 76.62 ± 15.64 segundos.³

2.2 Bases teóricas

Endodoncia

Es el área de la Odontología que se ocupa de la morfología, fisiología y patología de la pulpa dental y de los tejidos que rodean la raíz, según la Asociación Española de Endodoncia.⁸

Tratamiento Endodóntico

Es empleada para tratar los conductos radiculares de dientes que pueden presentar pulpa dental vital, necrótica tras un traumatismo, por infección provocada por la presencia de caries o causas exógenas. Con la finalidad de conservar la pieza dental el mayor tiempo posible en boca.³

Realizar el diagnóstico adecuado mediante radiografías o tomografías, así como la observación clínica son solo dos de los muchos elementos que determinaran si la endodoncia es exitosa y así culminar con la obturación radicular, con un buen

sellado coronario mediante la adecuada rehabilitación con el fin de restituir su función.⁹

Los avances mecánicos más recientes en la terapia endodóntica han permitido salvar dientes que antes se creían intratables. Sin embargo, el conocimiento clínico y la experiencia del profesional no deben sacrificarse en favor de la innovación en herramientas y materiales. Teniendo esto en cuenta, es esencial desarrollar una cuidadosa selección de casos y una estrategia de tratamiento basada en variables clínicas y en la conciencia del odontólogo tanto de sus capacidades como de sus posibles limitaciones.¹⁰

Mediante técnicas químico-mecánicas, el tratamiento endodóntico pretende restaurar la funcionalidad del órgano dental.¹¹ Una obturación endodóntica exitosa debe ser de forma adecuada, homogénea y tridimensional para prevenir la percolación y micro filtración hacia los tejidos periapicales.¹²

Limpieza y conformación

Schilder h 1974; reconoció que el objetivo del tratamiento endodóntico era obtener una conformación de mayor diámetro en la sección cervical y de menor diámetro en la parte apical, favoreciendo la irrigación del conducto radicular y su obturación para hacerlo lo más hermético posible.⁸

Cohen & Hargreaves, 2016; dicha terapia conlleva la conformación o instrumentación del sistema de conductos radiculares, la desinfección y la obturación. La eficacia de las fases posteriores del tratamiento endodóntico depende específicamente de la instrumentación del sistema de conductos radiculares.¹³

La técnica de limpieza y conformación de los conductos radiculares ha traído como consecuencia nuevas investigaciones de nuevos productos y técnicas de la terapia endodóntica que se basa en la limpieza y conformación de estos para un tratamiento eficaz.¹⁴

2.3 Endodoncia Mecanizada

Edward Maynard en 1838, creó el primer dispositivo endodóntico a partir de un resorte de reloj que fueron desarrollados para limpiar y ensanchar en conducto radicular. A lo largo de los años, fueron desarrollando nuevas técnicas de instrumentación con movimientos de flexión y con una rotación de velocidad hasta 3000rpm.¹⁵

El avance tecnológico ha proporcionado instrumentos rotatorios que tienen la capacidad de rotar 360 grados dentro del conducto radicular, que va permitir; limpieza y desinfección del tejido pulpar y paredes dentarias. ¹⁶

2.4 Aleación Níquel Titanio

Buehler y Wiley crearon la aleación de Níquel Titanio para el programa espacial de Estados Unidos en el laboratorio de artillería naval en 1963 el cual le dio el nombre de Nitinol. ³

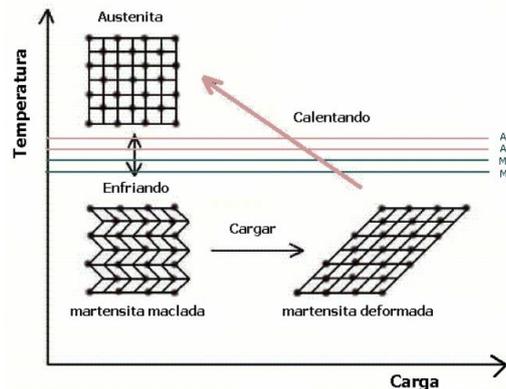
2.4.1 Instrumentos endodónticos

El desarrollo de la aleación de Níquel Titanio y su introducción en odontología a finales de la década de 1960 fueron posibles gracias a sus características físicas, como la memoria de forma, la superelasticidad y la resistencia a la fractura por torsión. ¹⁶

Debido a su bajo módulo de elasticidad, efecto de memoria de forma y superflexibilidad, la aleación de Níquel Titanio fue empleada inicialmente en odontología en 1971 por Andreasen y Hilleman en la producción de alambres de ortodoncia. ³

Actualmente, los instrumentos se fabrican a partir de 55 - NiTi (nitinol equiatómico) que se compone de un 45% de titanio y un 55% de níquel. Se ha demostrado que los instrumentos de NiTi son tres veces más flexibles que los de acero inoxidable, por lo que la aleación es increíblemente flexible. ³ El porcentaje del cobalto que puede sustituirse en algunas aleaciones de NiTi es bastante pequeño (menos del 2% en peso). Según Marcoli, los instrumentos incluyen pequeñas cantidades de magnesio, manganeso y plata. ¹⁷

La aleación superelástica experimenta una transformación martensítica termoelástica presenta propiedades de memoria de forma ya que tiene la capacidad de recordar altas temperaturas ($T > A_f$) en el estado austenítico y de bajas temperaturas ($T < M_f$) en estado martensítico, súperelasticidad cuando es deformada en un rango de temperatura formada por la martensita termoelástica bajo una determinada tensión, pseudoelasticidad esta se produce a temperatura constante por encima de A_f y por último la capacidad de amortiguamiento que vendría a ser la capacidad de absorber la energía particularmente a temperaturas alrededor de M_s . ¹⁸



Esquema anatómico del efecto de memoria ¹⁸

La fase austenita puede transformarse en martensita y viceversa cuando se aplica calor. Las circunstancias térmicas modifican sus características, incluida la flexibilidad. Gracias a ello es posible torcer el alambre en sentido anti horario para producir un espiral. Por lo que esta aleación no sufre de formación permanente, si se llegara a fracturar es cuando se fuerza mucho. ³

2.4.2 Rotatorios de níquel titanio

Con el paso del tiempo las herramientas de endodoncia cambiaron, mejoraron y variaron sus cualidades de flexibilidad, capacidad de corte y resistencia a la torsión.

¹⁹

Estas herramientas se diseñaron por su extrema flexibilidad, superelasticidad y resistencia a la fractura y a la deformación plástica. ²⁰ Ninguno de estos dispositivos forma escalones, se fractura fácilmente o modifica la curvatura apical. ²¹

En términos de perfeccionismo y simplificación de la endodoncia, estos aparatos rotatorios de níquel titanio representan la tercera generación. En conductos atrésicos y curvos concretamente genera rapidez en la instrumentación. ²²

2.4.3 Diseño de los instrumentos

Conicidad: Se encontrarán de 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.08, 0.10, 0.12 mm, debido a la mayor conicidad, la parte activa del instrumento hace contacto con la pared dentinaria. Esto permite que las limas de conicidad más pequeña entre el conducto sin problemas y tenga una mejor irrigación, ya que penetran en los 2/3 coronarios de desgaste. ²³ no hay riesgo en fracturar por que el instrumento entra en contacto con las paredes dentinarias, permitiendo ensanchar en lugar de limar. ²⁴

El radio se secciona perpendicularmente y el ángulo de corte lo genera el filo de la lima.

Alivio de la superficie radial: Este relieve proporciona una menor superficie de contacto con la dentina, reduciendo la fricción. Se ilustra mediante la intersección de las superficies de ataque. ²³

Angulo helicoidal: Es el ángulo que forman las ranuras y el eje axial del instrumento. Cuando más rápido se desgaste la dentina, mayor será la posibilidad de que el instrumento se incruste en las paredes, lo que podría provocar su fractura, y mayor será el ángulo helicoidal. ²⁵

Distribución de la masa metálica: Las partes transversales de algunos instrumentos no son uniformes, lo que permite una introducción más fácil del conducto radicular y una mejor transmisión de la fuerza sobre la dentina. ²³

Diseño de la punta: La mayoría de los instrumentos rotatorios tienen una punta inactiva; sin embargo, algunos tienen una punta activa con un ángulo de transición modestos para ultrapasar zonas de calcificación o para conductos muy atrésicos y curvos. Estos instrumentos deben utilizarse con extrema precaución porque pueden salirse fácilmente del conducto radicular original. ²³

Paso de rosca (pitch): El pitch es la relación entre espirales y unidades de longitud a lo largo de una lima. La torsión y la propensión a la succión se reduce a medida que aumenta el pitch. ²³

Zona de escape: Los instrumentos rotatorios de Níquel Titanio incluyen ranuras o surcos que recorren toda la longitud de su sección transversal. Estas ranuras sirven de zona de escape para recoger las limaduras de dentina que se crean durante la instrumentación del conducto. ²³

2.4.4 Componentes de las limas

Punta del instrumento: La finalidad de la punta del instrumento es girar y hacer avanzar la lima por el conducto. La rigidez de la lima y la punta de corte determinaran si es probable que se transporte por el conducto; sin embargo, si la lima es flexible y la punta de corte no existe, el transporte es muy improbable. ³

El ángulo de transición, que es donde convergen la punta y la primera espiral de corte corresponde a la parte activa de la punta. La razón principal por la que se transporta la pared externa durante la instrumentación es la acción cortante que producirá el ángulo agudo al apoyarse en las paredes. ³

Conicidad (taper): La finalidad de la punta de la herramienta es ayudar a la lima desplazarse por el conducto al tiempo que lo perfora. La rigidez de la lima y la punta

de corte determinaran si es probable que se transporte por el conducto; sin embargo, si la lima es flexible y la punta de corte no existe, el transporte es muy importante. ³

Estrías: Los tejidos blandos y las virutas de dentina que se van raspando de las paredes se recogen en surcos en la superficie de trabajo. La profundidad, la anchura, la disposición y el pulido de la superficie serán factores importantes. ³

Borde (cortante) guía: Es la intercesión de la estría y la superficie radial (land), es de mayor diámetro que sigue que sigue la ranura formando un borde cortante. De esta forma arranca esquirlas y restos de la pared del canal radicular y también corta. ³

Superficie radial “land”: Es la superficie que se extiende desde el eje central hasta el filo de corte entre las estrías, se denomina superficie radial que también es conocida como anchura marginal. ³

Soporta los filos de corte y restringe la profundidad de corte a la vez que reduce la curvatura de la lima, el transporte de canales y la propagación de microfisuras a lo largo de su perímetro. ³

Angulo helicoidal: El eje longitudinal de la lima crea un ángulo helicoidal que se utiliza para perforar los restos del conducto que se han acumulado en las ranuras. Las limas con el mismo ángulo helicoidal son más propensas a curvarse, sin embargo, cuando el ángulo cambia, las ranuras serán más eficaces para eliminar los restos y menos propensas a curvarse. El ángulo helicoidal permite que el material se acumule en la región coronal de la lima. ³

2.5 Configuración de los bordes cortantes

Angulo de inclinación o de ataque (rake angle): El ángulo de desprendimiento es el ángulo generado por el filo de corte y el radio de la lima cuando una lima se corta perpendicularmente a su eje longitudinal. ³

El ángulo de corte o ángulo de ataque eficaz: Midiendo el ángulo producido por el radio y el filo de corte cuando la lima se secciona perpendicularmente al filo de corte, es posible obtener una indicación más precisa de las capacidades de corte de la lima. ³

El ángulo de cuña: Determine la potencia de las cuchillas de corte del instrumento examinando el ángulo; cuanto mayor sea el ángulo, más potente será la cuchilla. ³

El ángulo libre o de despeje: La fuerza de fricción que se desarrolla durante el corte se ve afectada por él; cuanto menor sea el ángulo, menos eficaz será el corte.

3

2.6 Tipos de Fractura

Las fuerzas que se aplican a los instrumentos de NiTi durante la conformación del conducto, como la fatiga cíclica, la fatiga por torsión o una combinación de ambas fuerzas ⁷. Las limas de endodoncia pueden romperse de dos formas diferentes: por torsión, que es cuando un metal se rompe alrededor de su eje longitudinal en un extremo mientras que el otro extremo está fijo, y por flexión. ⁸

Fractura por Fatiga Torsional

Cuando la punta del instrumento, que constituye la mayor parte del mismo, se bloquea en el conducto a medida que la hoja gira dentro del conducto, se produce la rotura por torsión. En consecuencia, la rotura de la lima se produce cuando se supera el límite elástico de la aleación. ¹⁶ La deformación acomodada por la lima como resultado de dos fuerzas opuestas que actúan en planos paralelos hasta que se produce la rotura se conoce como desgaste torsional o fractura torsional.⁷ Como el instrumento gira continuamente en el canal, cualquier componente del mismo incluida la punta, es susceptible de fractura.²⁶

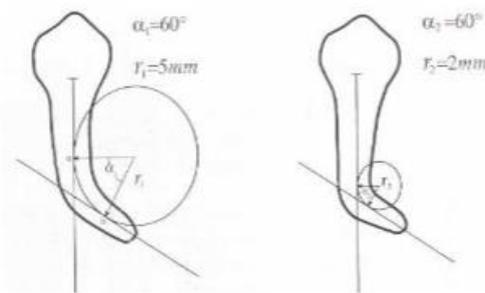
Aunque la fractura por torsión puede no producirse de una sola vez, se produce por una acumulación de fatiga por tensión de torsión debida a numerosos casos de deformación elástica. Esto ocurre cuando la lima queda bloqueada en el conducto, pero se libera antes de alcanzar el límite elástico debido al movimiento del instrumento dentro y fuera del conducto.⁷

Fractura por fatiga flexural

La fatiga por flexión es el resultado de que el metal, el instrumento, se endurezca y desgaste con el paso del tiempo. Esto a su vez ocurre cuando el instrumento gira libre y constantemente dentro de un canal curvo, produciendo ciclos de tensión y compresión en el punto de máxima flexión que finalmente conducen a la fractura.¹⁶

Radio y ángulo de la curvatura

El radio de la curvatura, el ángulo y el diámetro dependen mucho de la velocidad y la separación del instrumento.¹⁷ por la anatomía de conductos radiculares hay más posibilidad de que se produzca la fractura del instrumento rotatorio. ²⁷



Método de Paulett (1997) para medir el ángulo y el radio ¹⁷

Pruett utilizo dos parámetros para hallar la curvatura de los conductos radiculares utilizo dos parámetros; el radio de curvatura, que se determina trazando una línea recta sobre el eje longitudinal de la porción coronal del conducto, y el ángulo de curvatura, formando por las líneas perpendiculares trazadas desde los puntos de desviación que se cruzan en la porción coronal del conducto.²⁷

En los molares, las raíces mesiales el riesgo de separación es más alto en el tercio apical que en el tercio medio y coronal. Por lo tanto, hay mayor fatiga a medida que aumenta la curvatura y más contacto con las paredes dentinarias, generando así que su vida útil sea más corta.²⁸

2.7 Fatiga cíclica

Según la Real Academia Española la fatiga es “la pérdida de la resistencia mecánica de un material, al ser sometido largamente a esfuerzos repetidos”. La definición mecánica de la fatiga cíclica o fatiga por flexión es la deformación de un sólido bajo fuerzas transversales repetidas.⁷

Cuando una lima gira dentro de un conducto curvado sin interactuar, se producen ciclos de tensión y compresión en las superficies interior y exterior de la curva, respectivamente hasta que se produce la fractura de la lima. Esto se conoce como fractura por fatiga cíclica.⁷

2.7.1 Factores que influyen la resistencia cíclica

Se agrupan en cuatro factores diferentes: el instrumento, el operario, la anatomía del conducto y la técnica de utilización de los sistemas rotatorios, pueden afectar a la susceptibilidad de un instrumento a la fractura por fatiga cíclica.⁷

Anatomía del conducto

Tanto el ángulo como el radio de curvatura afectan a la anatomía del conducto. Las limas endodónticas sufren una mayor carga cíclica de flexión durante la

instrumentación y se desgastarán más rápidamente cuanto más curvados sean los conductos radiculares. A medida que disminuye el radio y aumenta el ángulo de curvatura (lo que da lugar a un arco de curvatura mayor), aumenta el riesgo de fractura.⁷

La anatomía del conducto es un factor que trae consigo mucho estrés al clínico, se podrían encontrar raíces fusionadas, contar con doble curvatura, conductos accesorios o contar con curvas agudas.²⁶

Instrumento

El diseño de los sistemas rotativos, el proceso de fabricación y la aleación NiTi influyen en la fractura. Numerosos factores, como el diámetro, la conicidad y su diseño particular, afectan al área de la sección transversal. A medida que el área de la sección transversal aumenta, el diámetro y la conicidad también aumentan, volviéndose más rígidos y menos flexibles. Además, la resistencia a la fatiga cíclica de estas limas disminuirá como resultado del aumento de la tensión que experimentan al tener una mayor superficie de contacto con las paredes del conducto. Numerosos factores, como el diámetro, la conicidad y el diseño particular, afectan al área de la sección transversal. A medida que el área de la sección transversal crece, el diámetro y la conicidad también crecerán, volviéndose más rígidos y menos flexibles. Además, la resistencia a la fatiga cíclica disminuirá como resultado de la mayor tensión que experimentarán estas limas al tener más superficie en contacto con las paredes del conducto.⁷

El Operador

La fractura de un instrumento es un percance frustrante que somete al clínico a presión y puede dar lugar a acciones legales, lo que le lleva a intentar retirar la pieza rota. Se aconseja que el operador esté capacitado para hacer endodoncia, lo que exige una formación previa in vitro. Experiencia, estrategia de aplicación, capacidad de decisión y juicio del operador.⁷

Forma de Uso

La cinemática de los sistemas rotatorios, la velocidad, el par a los que los accionamos, la técnica de instrumentación que empleamos, la cantidad de usos a los que sometemos estos sistemas rotatorios y los efectos de la esterilización y los irrigantes en los sistemas rotatorios. En comparación con los sistemas rotatorios

accionados manualmente, la fractura por fatiga cíclica se produce con mayor frecuencia en los sistemas rotatorios accionados por motor.⁷

Por este motivo, se aconseja utilizar motores controlados por par. El par es una medida de la fuerza utilizada para hacer girar un objeto de forma que supere la resistencia y siga girando. Los valores de par bajos ofrecen más protección contra la fatiga por ciclos. Sin embargo, una lima de mayor diámetro requiere más fuerza para girar dentro de un conducto radicular estrecho, ya que cuanto mayor es el área de contacto entre la lima y el conducto, mayor es la fricción. Estas limas más grandes son capaces de soportar un mayor torque sin romperse.⁷

2.8 Métodos para evaluar la Fatiga Cíclica

Tubo Metálico Curvo

El radio de curvatura de los tubos metálicos doblados fue normalizado por Pruett JP en 1997. Se descubrió que, en general, el radio de curvatura influía en la vida a fatiga global del instrumento. En lugar de tubos de acero inoxidable, se ha utilizado el mismo procedimiento para probar diversos tipos de instrumentos de níquel titanio, cada uno con condiciones de prueba algo diferentes. Como no se mencionaban lubricantes ni materiales acuosos como el irrigante del conducto radicular, que se utiliza con frecuencia en el tratamiento endodóntico, los primeros ensayos se realizaron en seco.⁸

Bloque y Varilla Acanalada

Para probar instrumentos de acero inoxidable modificados para funcionar con níquel-titanio mecanizado. El instrumento está contenido, pero gira libremente dentro de la ranura, que es una ranura en forma de V en un bloque de acero endurecido con una varilla de acero del tamaño adecuado. En la descripción original se sugiere una corriente de aire frío sobre el conjunto para reducir el impacto del calor. Además, el grado de ajuste dentro de la ranura podría afectar a la curvatura real. Por tanto, a la deformación del instrumento y a la sobrevida por fatiga cíclica.⁸

Rotación contra un plano inclinado

El deterioro de algunos equipos de níquel titanio cuando se colocan contra una superficie inclinada de metal pulido. Para ajustar el radio de curvatura del instrumento, se modificó el ángulo de inclinación de la superficie metálica. Este método de ensayo es sencillo de configurar y puede incluir una acción de picoteo vertical, pero puede resultar difícil predecir cuánto se deformará la superficie. Como

resultado, es imposible establecer una conexión firme entre el ángulo del plano inclinado y la resistencia a la fatiga del instrumento.⁸

Rotación con una curva de tres puntos

El instrumento giratorio recibe una curvatura mediante un dispositivo de tres puntos, y la amplitud de deformación de cada muestra en la superficie del instrumento puede calcularse mediante esta técnica.⁸

2.9 Definición de términos básicos:

Movimientos recíprocos: Podremos encontrar en la instrumentación mecánica de una lima que le permitirá avanzar hacia apical, el instrumento tiene una dirección de corte para luego girar en sentido inverso, con una rotación de 360 grados.²⁹

Endo motor: Es un instrumento mecánico que está diseñado para facilitar al clínico la instrumentación utilizando distintas limas, de esa manera facilitar el proceso de la endodoncia de manera cómoda y rápida.³⁰

NíTinol: Es una aleación de Níquel y Titanio en porciones casi equivalentes, la aleación de estos compuestos tiene como propiedad fundamental la memoria a su vez tiene propiedades eléctricas, mecánicas, resistencia a la fatiga y resistente a la corrosión.³¹

Canal artificial: Es un instrumento de platina y de acero inoxidable; su uso es exclusivamente experimental, cuenta con un diseño computarizado de conductos artificiales con grados de curvatura de 45, 60 y 90 grado que asemejaran a las curvaturas severas que puede presentar un diente, con una longitud de 25mm. ⁴

Fatiga cíclica flexional: Está causada debido a la fatiga del metal, al momento de girar en la curvatura generando así ciclos de tensión/ compresión hasta que se fractura.⁸

Resistencia: Es la acción y capacidad de resistir, es decir tener la capacidad de mantenerse firme.⁸

Fase martensítica: El instrumento se encuentra a bajas temperaturas, los átomos del nitinol se encuentra en una estructura monoclinica. ⁷

Fase austenítica: El instrumento se encuentra a altas temperaturas, los átomos de Nitinol se encuentran formando una estructura cristalográfica cubica. ⁷

Fase R: Es la fase intermedia durante la transición de la martensita a austenita en el proceso de calentamiento a una del proceso de enfriamiento. ³²

Deformación: El cuerpo del instrumento sufre un cambio que es aplicado mediante fuerzas externas. ⁸

Electropulido: Es un proceso electroquímico que elimina la capa de material de una superficie metálica. Esta actúa contra la galvanoplastia. Se puede utilizar en lugar del pulido fino abrasivo durante la preparación microestructural. ³³

AF™ F One Fanta Dental Materiales: Limas rotatorias fabricados en alambre AF™-R con diseño plano que brinda espacio para la irrigación y recolecta desechos para el exterior permitiendo a su vez mejor corte con 600% mayor resistencia a la fatiga cíclica, con corte transversal para preservar la dentina. Es adecuado para canales curvos como los molares y una apertura bucal limitada, cuenta con una punta inactiva para evitar la formación de escalones. ³⁴

X3 NITI Engine File Series Easyinmile: Lima rotatoria fabricado con tecnología CM, permitiendo un mejor corte con 400% más resistente a la fatiga cíclica, con diseño de corte transversal. Es adecuado para canales curvos o complejos. ³⁵

CAPITULO III

HIPOTESIS Y VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

3.1 Formulación de hipótesis principal

Por tratarse de un trabajo que cuenta con una sola variable no se plantea la hipótesis.

3.2 Variables

V1. Resistencia a la fatiga cíclica; se midió la resistencia con la finalidad de evaluar el tiempo de fractura y la longitud del instrumento separado realizando la medición en segundos y milímetros. ⁴

3.3 Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Valor
Resistencia a la fatiga cíclica	Tiempo de separación del instrumento. Longitud del fragmento separado.	Ficha de recolección de datos	Cuantitativa De razón	Segundos Milímetros

CAPITULO IV

METODOLOGIA

4.1 Diseño metodológico

La investigación tubo un enfoque cuantitativo y de razón por la evaluación de aspectos objetivos y puntuales.

De acuerdo con las mediciones de la variable de estudio, señalo que fue una tarea de tipo coyuntural y transversal. La recopilación de datos se llevó a cabo a través de una sola medición, por lo que se tuvo en contacto con las muestras en un solo momento.

El diseño de la investigación fue experimental ya que se aplicó maniobras de comparación de limas reciprocantes en una platina de acero inoxidable.

Con respecto a la planificación del registro temporal de la resistencia fue prospectivo. Basada en los datos recibidos de las fuentes principales.

En cuanto a la metodología fue observacional, donde se visualizó el fenómeno de separación del instrumento.

El estudio fue descriptivo porque se pretendió vincular las variables de investigación, considerando la agrupación entre ellas.

Según la relación de las variables la investigación fue de nivel relacional puesto que se estableció la vinculación de las variables de estudio.

4.2 Diseño maestral

4.2.1 Población

La población conto con 24 instrumentos en un consultorio dental.

4.2.2 Muestra

La muestra de estudio estuvo conformada por 24 limas que cumplieron con los criterios de inclusión.

Muestra	Instrumento	Conicidad	RPM	Torque
12	AF™ F One.	25/.06	300	2.5N
12	X3 NITI Engine File	25/.04	300	2.5N

4.2.3 Criterios de selección

Criterio de inclusión

Lima de Níquel Titanio

Cinemática rotatoria en sentido horario

Limas rotatorias de conicidad 25/.06 - 25/04.

Limas rotatorias de 25mm de longitud

Limas nuevas

Criterios de exclusión

Limas de acero inoxidable

Cinemática rotatoria antihoraria

Limas rotatorias de conicidad distinta a la 25/.06 - 25/04.

Limas rotatorias de diámetro distinto a 25 mm

Limas que sufran algún deterioro

4.3 Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

4.3.1 Técnica de recolección de datos

El procedimiento para ejecutar la recopilación de datos de este estudio fue mediante la Observación directa. Los datos conseguidos fueron registrados en el instrumento de estudio.

4.3.2 Instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

a. Instrumentos de recolección de datos

Se empleó un instrumento estructurado que fue la ficha de recopilación de datos (Anexo 3).

Procedimientos para la recolección de datos

Se solicitó una carta de presentación a la universidad Alas Peruanas para obtener los permisos necesarios, así tener acceso al consultorio dental donde se realizó la recolección de datos (Anexo 1).

Se fabricó la base que fijara el instrumento rotatorio y la platina de aluminio, se diseñó tomando impresión con un bloque de será al endomotor y la platina de aluminio, teniendo en cuenta la distancia entre ellas para así evitar variaciones entre cada instrumento; así generar mayor estabilidad. Esto permitió que el cabezal del endomotor y la lima se mantengan en la misma posición durante todas las pruebas todo esto para que las condiciones de todos los instrumentos sean iguales y así evitar la distorsión de los resultados.

Se identificó la muestra de estudio que cumplió con los criterios de inclusión y exclusión; luego la información se registró en una ficha de recolección de datos AF™ F One y X3 NITI Engine File. Se adquirió 24 limas reciprocantes que fueron distribuidos en grupos de 12.

Cada lima se colocó en el cabezal del endomotor, se programó el motor en movimiento recíprocante con un giro horario de 400 RPM y un torque de 2.5 N.cm. Se introdujo cada lima en la platina de acero inoxidable con una curvatura de 90°; con la ayuda de un cronometro y cámara de video se logró monitorear desde que inicio los movimientos recíprocantes hasta el tiempo que se tardó la lima en conseguir su fractura.

Una vez fracturada la lima se procedió al retiro de la tapa de vidrio de la platina de aluminio y así extraer el fragmento separado, el cual se midió en una regla milimetrada; posteriormente se retiró la lima fracturada del cabezal del endomotor y así remplazar por otra lima y seguir evaluando.

El procedimiento se hizo de misma forma para cada instrumento de la investigación; en cada prueba se recolecto los datos en la ficha de datos que fueron distribuidas en dos grupos exclusivos a cada instrumento AF™ F One y X3 NITI Engine File.

De la selección de grupos

Se seleccionó dos grupos. El primer grupo estuvo conformado por AF™ F One y el segundo grupo estuvo conformado por X3 NITI Engine File.

b. Validez y confiabilidad de los instrumentos de datos

El instrumento que se utilizó en nuestro estudio fue creado y validado por Cervantes V. en Queretaro en el año 2021 (Anexo 3) por lo que plasmo por escrito la información que obtuvo de los resultados obtenidos en el estudio.

4.4 Técnicas para el procedimiento de la información

La presentación de los resultados obtenidos se llevó a cabo a través de tablas y gráficos de barras.

4.5 Aspectos éticos

Para el desarrollo de este estudio se contó con el compromiso de evitar conflictos de interés al no recibir donaciones ni muestras comerciales.

En este estudio se utilizó dos tipos de instrumentos de diferentes marcas, la información no fue utilizada por personas ajenas al estudio.

El investigador asumió el compromiso de vigilar la fidelidad de los datos obtenidos.

CAPITULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis descriptivo

Tabla No 1: Estadísticos de segmento fracturado AFTM

Valido	12
Perdidos	0
Media	5.71
Desviación estándar	1.37
Mínimo	4.50
Máximo	9.00

En los resultados del segmento fracturado del sistema rotatorio de AFTM es de un promedio de 5.71 milímetros, siendo el valor mínimo de 4.5 milímetros y máximo de 9 milímetros.

Gráficos No 1: Prueba de normalidad del segmento fracturado AFTM

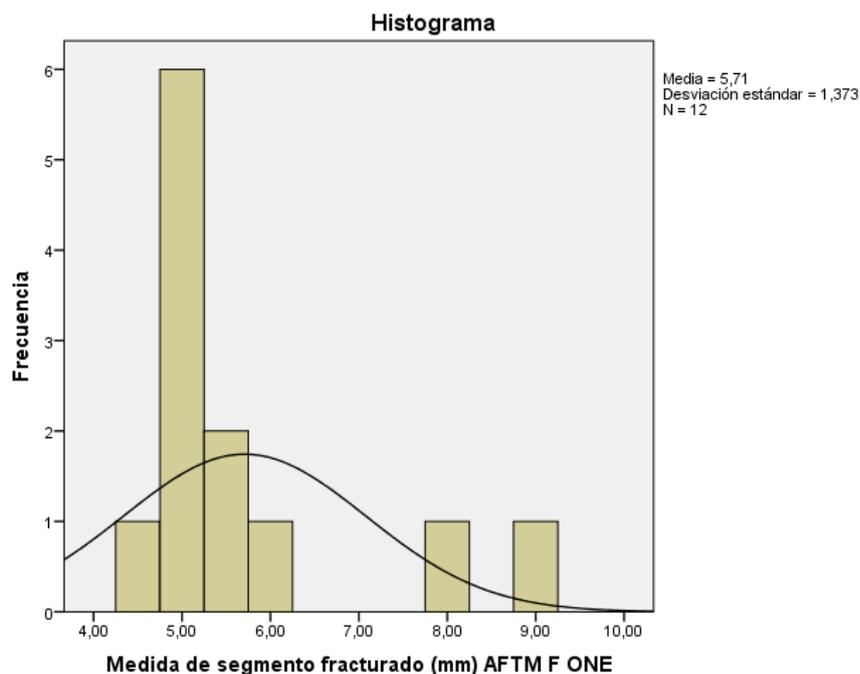


Tabla N° 2: Estadísticos de segmento facturado X3

Estadísticos	
Válido	12
Perdidos	0
Media	4.33
Desviación estándar	1.80
Mínimo	2
Máximo	9

En el grupo del sistema rotatorio de X3 del segmento fracturado su promedio es de 4.33 milímetros, siendo de 2 milímetros el valor mínimo y el máximo de 9.

Gráficos No 2: Prueba de normalidad del segmento fracturado X3

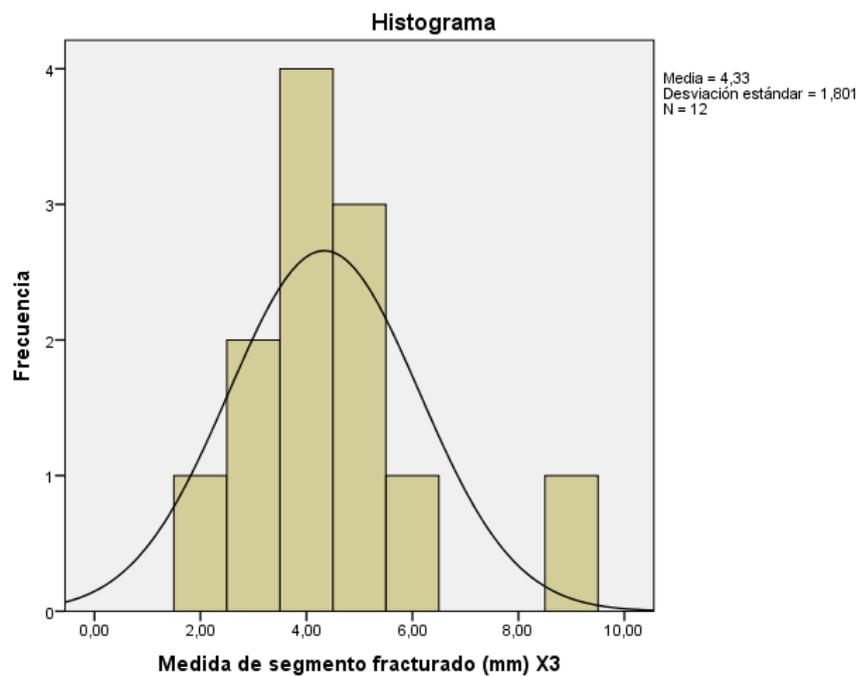


Tabla N° 3: Tiempo de fractura curva AFTM

Estadísticos	
Válido	12
Perdidos	0
Media	98.58
Desviación estándar	33.58
Mínimo	45
Máximo	156

En el grupo de la resistencia cíclica AFTM en su tiempo de fractura en curva de 90° es a los 98.58 segundos, siendo el tiempo menor de 45 segundos y el valor máximo de 156 segundos.

Gráficos No 3: Histograma del tiempo de fractura curva AFTM

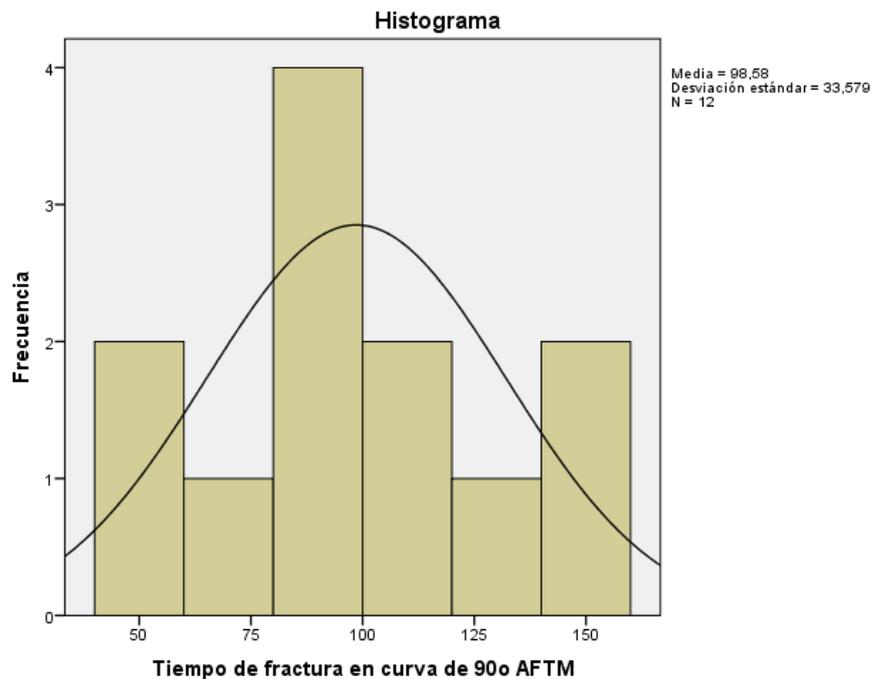
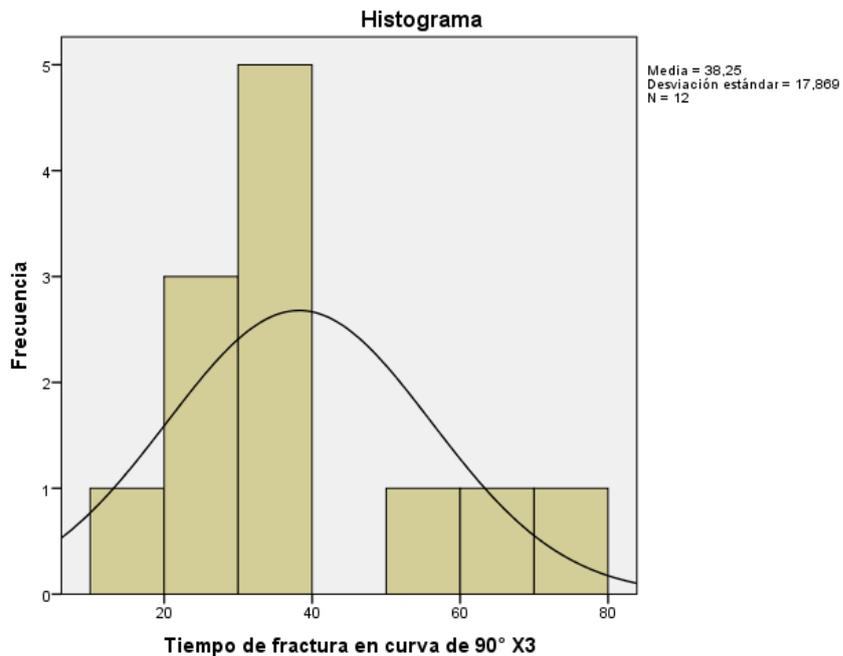


Tabla N° 4: Tiempo de factura curva X3

Estadísticos	
Válido	12
Perdidos	0
Media	38.25
Desviación estándar	17.869
Mínimo	17
Máximo	76

En el grupo de la resistencia cíclica X3 en su tiempo de fractura en curva de 90° es a los 38.25 segundos, siendo el tiempo menor de 17 segundos y el valor máximo de 76 segundos.

Gráficos No 4: Histograma del tiempo de fractura curva X3



5.2 Discusión

En este estudio se evaluó la resistencia a la fatiga cíclica entre dos sistemas rotatorios de Níquel Titanio. Se emplearon las limas (AF™ F One y X3 NITI Engine File) los cuales presentan características únicas, estos instrumentos fueron trabajados en un conducto artificial de acero inoxidable con grado severo de curvatura 90° en un radio 3mm. Guardando relación con el autor **Rendulich**, quienes trabajaron en conductos artificiales que simulaba la curvatura severa de la anatomía del conducto dentaria 90° y un radio de 3mm.

En este estudio se ha previsto medir la resistencia de la fatiga cíclica mediante el tiempo de fractura y la longitud del fragmento separado. La resistencia a la fatiga cíclica está determinada por múltiples factores. Así pues, se eligieron limas con la misma longitud de 25 mm y similar conicidad. Los dos sistemas rotatorios utilizados se accionaron a 300rpm con un torque de 2.5N. Guardando relación con los autores **Cervantes y Gutierrez**, quienes seleccionaron limas de 25 mm que fueron trabajadas 300 rpm y un torque de 2.5N en conductos severos. Y diferenciándose con los autores **Ruiz**, que midió la resistencia cíclica mediante la fractura transversal rectangular y transversal triangular; mientras que, **Taobada** midió la resistencia mediante el número de ciclos hasta la fractura,

En nuestro estudio se demostró que las limas AF™ F One presentan mayor resistencia en el tiempo de fractura y longitud del fragmento a comparación de las limas X3 NITI Engine File. Guardando relación con **Cervantes** demostrando así que las limas AF™ F One presento mayor resistencia que el WaveOne Gold Primary que corresponden al tiempo de fractura en segundos y la longitud del instrumento en milímetros.

A partir de los hallazgos encontrados en la metodología de la investigación se encontró que la resistencia a fatiga cíclica de los dos instrumentos alternativos (AF™ F One y X3 NITI Engine File) utilizados en este estudio fueron seleccionados debido a su aceptabilidad comercial en el mercado peruano. Para demostrar que la vida media de las limas disminuye al aumentar la angulación, se expusieron a una placa de aluminio con una curvatura de 90° que simulaba curvaturas severas y conductos atrésicos en este estudio. Esto provocó la fractura de las limas tras unos minutos de activación continua, especialmente en el tercio apical de la lima. Con

estos resultados, nos permite concluir que la resistencia cíclica de las limas de níquel-titanio es dependiente entre sí.

Mientras que en este estudio el comportamiento de los instrumentos de composición Níquel Titanio (AF™ F One y X3 NITI Engine File) se encontró una diferencia estadística significativa en el tiempo de fractura AF™ F One (max 156' min 45'), X3 NITI Engine File (max 76' min 27') y en la longitud del fragmento separado AF™ F One (min 4.5mm max 9mm), X3 NITI Engine File (min 2mm max 9mm). Guardando semejanza con lo que sostiene **Cervantes** de la resistencia cilica en la longitud del fragmento separado, donde la lima AF™ F One (min 9.81mm max 9.97mm) y Wave One Gold Primary (min 8.59 mm max 8.79 mm). Mientras que **Gutierrez**, encontró una notable diferencia a la fatiga cíclica en el tiempo de fractura del instrumento, de los instrumentos OFF obtuvo un valor (max 48'50" min 21'21") mientras que RCB obtuvo un tiempo (max 15'53" min 5'33"). **Taobada** encontro una diferencia significativa en la longitud del fragmento ($p < 0.01$) y el tiempo de fractura ($p = 0.19$).

Las diferentes marcas comerciales, los distintos tipos de aleación, diseños, conicidad y procesos de fabricación utilizados en cada investigación realizada por separado de ésta, así como el grado de angulación de 90° (que la convierte en una curvatura abrupta en este estudio) pueden ser factores que contribuyan a la inconsistencia de los resultados. los instrumentos en esta investigación fueron rotados a 300RPM con y un torque de 2.5 N.cm. respecto a la longitud de los fragmentos separados también hubo diferencia significativa de Sig. bilateral de $0.047 < \alpha = 0.05$ en una curvatura de 90° y 3mm de radio.

Conclusiones

Según las pruebas realizadas experimentalmente se encontró una diferencia considerable en la resistencia cíclica de los instrumentos fabricados con níquel titanio, teniendo las limas AF™ F One un valor mayor que la lima X3 NITI Engine.

Se encontró diferencia en la longitud de los fragmentos separados de los instrumentos de investigación. El segmento fracturado del instrumento AF™ F One es de un promedio de (5.71mm).

Se encontró diferencia en la longitud de los fragmentos separados de los instrumentos de investigación. El segmento fracturado del instrumento X3 NITI Engine File tuvo un promedio de (4.33 mm).

Se encontró diferencia significativa a la fatiga cíclica según el tiempo de fractura, siendo AF™ F One (98.58) más resistente después de trabajar en un conducto artificial metálico que simula un grado severo de curvatura 90° y 3 mm de radio.

Se encontró diferencia significativa a la fatiga cíclica según el tiempo de fractura, siendo X3 NITI Engine File (38.25) menos resistente después de trabajar en un conducto artificial metálico que simula un grado severo de curvatura 90° y 3 mm de radio.

Recomendaciones

Se recomienda realizar más estudios de investigaciones con otros sistemas de limas rotatorios de exportación china y así evaluar la resistencia de la fatiga cíclica tomando en cuenta el presente estudio.

Replicar la investigación evaluando la resistencia a la fatiga cíclica según a su diseño, aleación y cinemática.

Se propone realizar estudios comparativos de resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos de cada casa comercial que son lanzadas al mercado peruano.

Se propone complementar los estudios sobre la resistencia cíclica de los instrumentos rotarios con la prueba de la microdureza.

FUENTES DE INFORMACION

1. jorge rc. estudio comparativo de la capacidad de conformacion y la fatiga ciclica en 10 sistemas de indtrumentacion endodonticos. [tesis] ed. [tesis] , editor. valencia: univerdsidad catolica de valencia ; 2019.
2. Perez Ruiz A, Roseñada Cepero R, Grau Leon I, Gonzalez Ramos R. Interpretacion fisiopatologica de los dientes estadios de una pulpitis. Revista cubana de estomatologia. 2005 Mayo-Agosto; 42(2).
3. gallegos jfr. estudio in vitro de la resistencia a la fatiga ciclica entre dos sistemas rotatorios de Niquel-Titanio, 2SHPE (seccion transversal asimetrica) y SONE BLUE (seccion transversal en S) en un conducto atificial metalico arequipa-2020. [tesis] ed. [tesis] , editor. arequipa: univversidad catolica de santa maria; 2020.
4. v cp. resistencia a la fatiga ciclica de dos sistemas de instrumentacion de lima unica en curvaturas severas. revista odontologica latinoamericana. 2021 diciembre; 13(2).
5. Acevedo Jacicinto IdF, Pereira Lopez H, Ricardo Pereira PL, Lopez de Nascimento D, Nelson Elias C, Talacio Leal V, et al. Fatigue resistance of endodontic instruments manufactured in NiTi CM Wire and in convencional NiTi alloy with eletrochemical treatment. Revista Gaúch Odontol. 2018 Abr-Jun; 66(2).
6. jose dj. influencia de los movimientos rotatorios y reciprocantes sobre la resistencia de dos instrumentos de niquel titanio. [tesis] ed. [tesis] , editor. lima: [universidad peruana cayetano heredia]; 2018.
7. celia rs. comparacion de la resistencia a la fatiga ciclica estatica y dinamica de diferentes sistemas rotatorios. [tesis] ed. [tesis] , editor. valencia: univverdad de valencia; 2020.
8. lourdes tck. resistencia a la fatiga ciclica de dos tipos de limas mecanizadas de accion alternada. [tesis] ed. [tesis] , editor. lima: universidad inca garcilaso de la vega; 2019.
9. hilu r, balandro pinal f. el exito de la endodoncia. opinion del experto. 2009 julio-setiembre; 27(3).
10. lilian tr. complejidad del tratamiento endodontico, segun factores asociados. scielo. 2016 abr.-jun.; 53(2).
11. Hidalgo Araujo D. Fatiga Ciclica de cuatro sistemas reciprocantes en una canaleta dinamica de raices simuladas. Revista Odontologia, Facultad de Odontologia, Universidad Central del Ecuador. 2020 Julio; 22(2).
12. maldonado sanhueza f, gomez inzunza v, rosas mendez c, hernandez vigueras a. evaluacion del exito de tratamientos endodonticos realizados por estudiantes de pregrado en una universidad cilena. scielo. 2020 junio; 14(2).
13. valeria rma. comparacion de la resistencia a la fatiga ciclica dinamica de dos sistemas rotatorios con diferente trtamiento termico, estudio in vitro. [tesis] ed. [tesis] , editor. quito: universidad de san francisco de quito USFQ; 2021.
14. hofer f, fernandez r, carosillo f, ceci m, escobar l. endodncia mecanizada. su adaptacion a la practica odontopediatrica en piezas dentarias permanentes. revista de la sociedad odontologica de la plata. 2014 novienbre; 49(19 - 25).
15. santos arias ep. sistemas rotatorios en endodoncia. [tesis] ed. [tesis] , editor. lima: universidad peruana cayetano heredia ; 2010.
16. agustin mg. comparacion de la resistencia a la fractura por fatiga ciclica por flexion a diferentes angulaciones, de tres sistemas mecanizados: protaper next,

- superfile next, y neoniti. [tesis] ed. [tesis] , editor. santiago: clinica alemana universidad del desarrollo; 2019.
17. luzi luzi a. desgaste y fractura de las limas mecanizadas de Niquel-Titanio. [tesis] ed. [tesis] , editor. valencia: universidad CEU cardenal herrera; 2017.
 18. linzoain pontigas PA. bibing proyectos. [Online].; 2022 [cited 2022 11 22. Available from: <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/4737/fichero/02.Memoria+PFC+Alvaro+Pedro+Linzoain+Pontigas.pdf>.
 19. villegas beltran e, ayala ham ar, castro salazar gy, serrano uzeta v, beltran delgado a. desviacion apical de dos técnicas de instrumentación. revista tame. 2013 noviembre; 3(7).
 20. oliveira campos g, eduardo fontana c, talarico leal vioeira v, nelson elias c, sigrist de martin a, eduardo da silveira bueno c. influence of heat treatment of nickel-titanium instruments on cyclic fatigue resistance in simulated curved canals. european journal of dentistry. 2022 Oct; 16(4).
 21. schafar e. shaping ability of hero 642 rotary nickel-titanium instruments and stainless steel hand k-flexofiles in simulated curved root canals. elsevier. 2001 august; 92(2).
 22. Hernandez Gordillo MA. Caracterizacion metalografica de seis sistemas totatorios Niquel-Titanio. [tesis] ed. [tesis] , editor. Mexico: Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo; 2014.
 23. fernandez ponce de leon y, mendiola aquino c. evolucion de los sistemas rotatorios en endodoncia: propiedades y diseño. estomatol herediana. 2011 marzo; 21(1).
 24. m. me. instrumentacion rotatoria en endodoncia ¿que tipo de lima o procedimiento es el mas indicado? avances en odontoestomatologia. 2017 noviembre; 33(4).
 25. moawad e. shaping and cleaning in endodontics. university of liverpool. 2017 setiembre; [tesis]([tesis]).
 26. mohamed saber s. factors influencing the fracture of rotary nickel titanium instruments. endodontic practice. 2008 april; 2(4).
 27. jaimes osorio lp, pedroza capacho ja, peñaloza mora e. consideraciones clinicas y tecnicas que contribuyen a la fractura del sistema rotatorio utilizados en terapia endodontica. [tesis] ed. [tesis] , editor. bucaramanga: universidad santo tomas ; 2021.
 28. mejia enriquez , ordoñez carpio f, perez lopez a, rosales ascencio k. instrumental utilizado en el trabajo biomecanico en endodoncia. [tesis] ed. [tesis] , editor. universitaria: universidad de el salvador; 2004.
 29. odontoespacio. [Online].; 2015 [cited 2022 noviembre 24. Available from: <https://www.odontoespacio.net/noticias/sistemas-reciprocantes-en-endodoncia/#:~:text=En%20la%20T%C3%A9cnica%20Reciproca%2C%20el,lima%20avance%20hacia%20el%20%C3%A1pice>.
 30. anton suminisros dentales. [Online].; 2020 [cited 2022 noviembre 24. Available from: <https://www.antonsl.es/blog/motor-endodoncia/#:~:text=Los%20motores%20de%20endodoncia%20constan,distintas%20funciones%20con%20el%20pie>.

31. BlogSEAS. [Online].; 2016 [cited 2022 noviembre 24. Available from: https://www.seas.es/blog/disenio_mecanico/materiales-con-memoria-de-forma-el-nitinol/#:~:text=En%20este%20art%C3%ADculo%20nos%20vamos,de%20memoria%20de%20forma%20excelentes.
32. pineda de la rosa la. sistema mecanizado reciprocante wave one. [tesis] ed. [tesis] , editor. mexico: universidad nacional autonoma de mexico; 2013.
33. Mohammadi Z, Karin Soltani M, Shalavi S, Asgary S. Una revision de los diversos tratamientos de superficie de los instrumentos de NiTi. Iranian Endodontic Journal. 2014 octubre; 9(4).
34. Supplies AD. Fanta Catalogo. [Online].; 2022 [cited 2022 Diciembre Lunes. Available from: <https://alkaramdent.com/wp-content/uploads/2022/08/Fanta-Catalogue.pdf>.
35. Easyinmile. Easyinmile. [Online].; 2022 [cited 2022 Diciembre Lunes. Available from: <https://www.easyinmile-direct.com/es/854-limas-para-endodoncia-rotatorio-archivo-x3-twisted-sin-romper-conductos-curvos-o-canales-superiores-de-la-espalda.html>.

ANEXOS

ANEXO N° 1: Carta de presentación de la universidad alas peruanas



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD Escuela Profesional de Estomatología

Pueblo Libre, 09 de Enero del 2023

CARTA DE PRESENTACION

DR: DANIEL FERNANDO VALENCIA CHAMBI

DIRECTOR DEL CONSULTORIO DENTAL PROSERVDENT AREQUIPA

De mi consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted para expresarle mi respetuoso saludo y al mismo tiempo presentarle a la egresada FLOR MARLU CCORAHUA MOLLO, con DNI: 74826680, y código de estudiante 2013146010 Bachiller de la Escuela Profesional de Estomatología - Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud - Universidad Alas Peruanas, quien necesita recabar información en el área que usted dirige para el desarrollo del trabajo de investigación (tesis).

TÍTULO: "DIFERENCIA DE LA RESISTENCIA CICLICA ENTRE DOS SISTEMAS ROTATORIOS DE NIQUEL TITANIO AREQUIPA 2022"

A efectos de que tenga a bien brindarle las facilidades del caso.

Le anticipo mi profundo agradecimiento por la generosa atención que brinde a la presente.

Atentamente,



Daniel F. Valencia Chambi
CIRUJANO DENTISTA
C.O.P. 35419



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD



DR. PEDRO MARTIN JESUS APARCANA QUIANDRIA
DIRECTOR
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGIA

ANEXO N° 2: Carta de constatación del consultorio dental PROSERVDENT Arequipa

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

CONSTANCIA

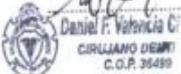
Quien suscribe, Director de la Clínica Dental PROSERVDENT ubicada en la calle chullo 819 del distrito de Yanahuara departamento de Arequipa. Dr. Daniel Fernando Valencia Chambi COP 36499 Certifica, que la Bachiller en Odontología de la Universidad Alas Peruanas.

FLOR MARLU CCORAHUA MOLLO

Identificada con DNI 74826680, realizo sus estudios para la Tesis "DIFERENCIA DE LA RESISTENCIA CÍCLICA ENTRE DOS SISTEMAS ROTATORIOS DE NÍQUEL TITANIO AREQUIPA 2022", el once de Enero. Los instrumentos que fueron evaluados son AF™ F One y X3 NITI Engine File.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para fines que estime conveniente.

Arequipa, 11 de enero del 2023

Daniel F. Valencia C.
CIRUJANO DENTISTA
C.O.P. 36499

ANEXO N° 3: Ficha de recolección de datos
AFTM F ONE / X3 NITI ENGINE FILE

LIMA (25/.06) / (25/04.) DE 25MM DE LONGITUD	Medida de segmento fracturado (mm)	Tiempo de fractura en curva de 90°
NO. 1		
NO. 2		
NO. 3		
NO. 4		
NO. 5		
NO. 6		
NO. 7		
NO. 8		
NO. 9		
NO. 10		
NO. 11		
NO. 12		

Fuente: Cervantes V. "RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA DE DOS SISTEMAS DE NIQUEL TITANIO

ANEXO N° 4: Base de datos

AFTM F ONE

LIMA (25/06) DE 25MM DE LONGITUD	Medida de segmento fracturado (mm)	Tiempo de fractura en curva de 90°
NO. 1	5.0	150 seg
NO. 2	5.0	96 seg
NO. 3	9.0	122 seg
NO. 4	5.0	71 seg
NO. 5	4.5	83 seg
NO. 6	5.0	45 seg
NO. 7	5.5	90 seg
NO. 8	5.0	156 seg
NO. 9	5.0	112 seg
NO. 10	6.0	92 seg
NO. 11	8.0	108 seg
NO. 12	5.5	58 seg

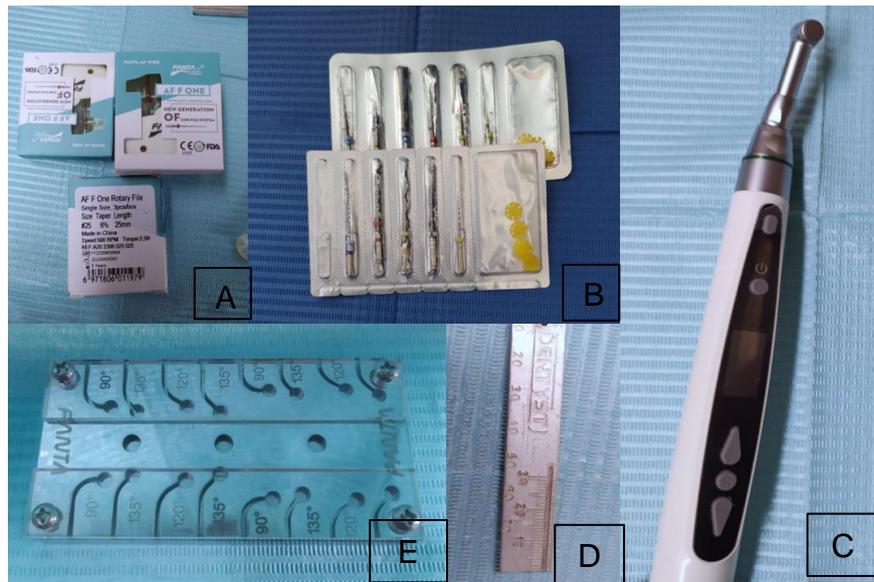
X3 NITI ENGINE FILE

LIMA (25/04.) DE 25MM DE LONGITUD	Medida de segmento fracturado (mm)	Tiempo de fractura en curva de 90°
NO. 1	5.0	31 seg
NO. 2	4.5	26 seg
NO. 3	9.0	76 seg
NO. 4	4.0	29 seg
NO. 5	2.0	34 seg
NO. 6	4.0	56 seg
NO. 7	5.5	66 seg
NO. 8	3.0	27 seg
NO. 9	3.5	35 seg
NO. 10	4.0	30 seg
NO. 11	5.0	32 seg
NO. 12	2.5	17 seg

ANEXO Nº 5: Secuencia fotográfica

Fotografía Nº 1

Se puede observar todos los materiales a utilizar en el experimento. Limas AF™ F One (A), limas X3 NITI Engine File (B), endomotor (C), regla milimetrada (D) y platina de aluminio con los conductos artificiales (E).



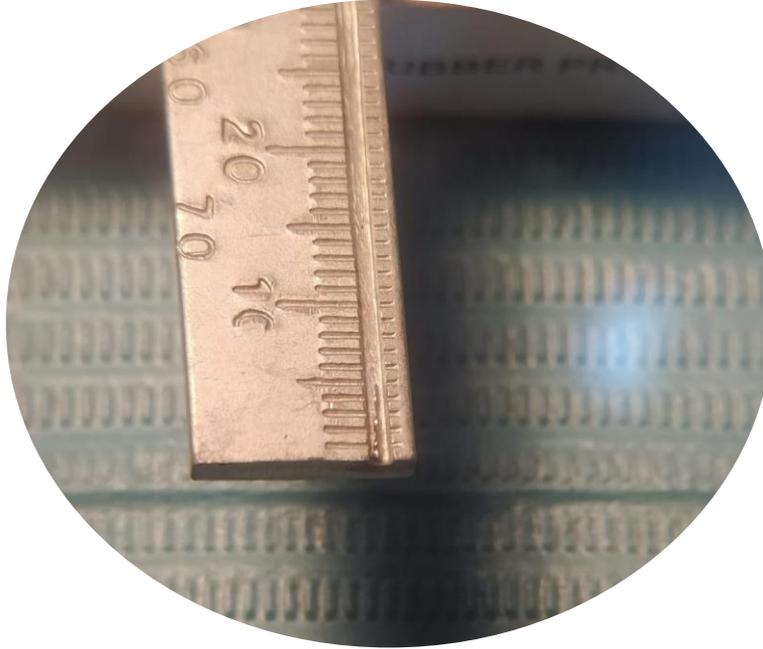
Fotografía Nº 2

Se observa el monitoreo de las limas AF™ F One hasta la fractura del fragmento.



Fotografía N° 2

Se observa el fragmento separado de la marca AF™ F One.



Fotografía N° 3

Se observa el monitoreo de las limas X3 NITI Engine File hasta la fractura del fragmento.



Fotografía N° 4

Se observa el fragmento separado de la marca X3 NITI Engine File.

