

**ANÁLISIS MICROSCÓPICO Y DE FATIGA CÍCLICA DE LIMAS
WAVEONE®GOLD PRIMARY ORIGINAL Y ALTERNATIVA**

POR: NATALIA PATRICIA SERRAS URBINA

Tesina presentada a la Facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad del
Desarrollo para optar al Postítulo de Especialidad en Endodoncia

PROFESOR GUIA

Sr. Cristian Weitzel Franzani

Junio 2022

CONCEPCIÓN

© Se autoriza la reproducción de esta obra en modalidad acceso abierto para fines académicos y de investigación, siempre que se incluya la referencia bibliográfica.

© Se autoriza la reproducción de fragmentos de esta obra para fines académicos o de investigación, siempre que se incluyan la referencia bibliográfica.

El archivo de la monografía en el Repositorio Institucional de la Universidad para su conservación, sin acceso abierto al texto completo, no requiere autorización del alumno.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Índice de contenido	iii
Índice de tablas	iv
Índice de figuras	iv
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN.....	1
Capitulo I. PRESENTACION DEL PROBLEMA.....	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Problema.....	7
1.3 Justificación del problema	8
Capitulo II. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	9
2.1 Supuesto	9
2.2 Objetivos	9
2.3 Variables.....	10
Capitulo III. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1 Generalidades	11
3.2 Descripción de la Metodología	13
3.3 Evaluación de fatiga cíclica	15
Capitulo IV. RESULTADOS	17
4.1 Evaluación Microscópica.....	20
Capitulo V. DISCUSIÓN.....	23
Capitulo VI. CONCLUSIÓN.....	27
BIBLIOGRAFÍA.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de Características generales entre limas Wave One Gold Originales y alternativas	14
Tabla 2 Tiempo que demora cada lima en fracturarse. Wave One Gold Primary Original y Alternativa.....	18
Tabla 3 Indica Promedio y desviación estándar muestral de limas originales y alternativas.	19
Tabla 4 Distribución de frecuencia de fallas de origen	20
Tabla 5 Distribución de frecuencia por deterioro físico posterior a fatiga cíclica.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración III-1 Limas WaveOne Gold (DENTSPLY). Imagen adquirida de internet....	11
Ilustración III-2 Limas A-ONE Gold (Azdent). Imagen adquirida de www.eBay.com ...	12
Ilustración III-3 Microscopio óptico	14
Ilustración III-4 Lima Wave One Gold Primary	15
Ilustración III-5 Limas A-ONE Gold Primary	15
Ilustración III-6 Motor XSmart Plus	16
Ilustración III-7 Molde de Acero	16

RESUMEN

Introducción: Se realizó un estudio descriptivo donde el objetivo de la investigación fue determinar si existen diferencias entre limas Wave One Gold Primary Originales y Alternativas. Se compararon los resultados obtenidos al análisis microscópico de fallas de origen, el tiempo que demoran en fracturarse y defectos de superficie posterior a la fatiga cíclica.

Metodología: Se evaluaron 2 grupos de limas Primary de 25 mm de longitud. El primer grupo denominadas limas “Originales”, y el segundo grupo denominado limas “Alternativas”, con un total de 20 limas (n=20). Para la prueba cíclica se utilizó un cubo de acero simulando el conducto radicular con una curvatura de 60 °.

Resultados: El promedio de muestras frente a la fatiga cíclica para Wave One Gold Primary original fue de 2,85 minutos y para las alternativas fue de 2,34 minutos. Se realizó una prueba estadística de diferencia de medias para comparar los promedios. La evaluación microscópica arrojó fallas de origen mayor en las limas alternativas, al igual que los defectos de superficie y se probaron sus resultados por una prueba estadísticas de proporciones.

Conclusión: Wave One Gold original presenta una mayor resistencia a la fractura siendo significativa, al ser comparadas con las alternativas. Sin embargo, frente a las fallas de origen y deterioro físico posterior a la fractura no mostraron evidencia estadística significativa.

INTRODUCCIÓN

Uno de los pilares que sustentan el éxito del tratamiento Endodóntico es la adecuada limpieza y conformación de los conductos radiculares. (Schlie, Risso, Alberdi & Goldberg, 2018). Los procedimientos de limpieza y modelado buscan eliminar material orgánico e inorgánico del interior del conducto radicular para reducir la cantidad de microorganismos en el canal, neutralizar las endotoxinas dentro de la dentina y preparar el conducto radicular para un cierre adecuado (Orta, Nunes, Rebello, Abras & Ferreira, 2016).

Para poder obtener todas las características ideales durante la preparación y conformación del conducto radicular, en el mercado se han dispuesto diferentes instrumentos, como limas manuales de acero inoxidable que tienen como característica su rigidez y que hacen muy dificultosa la limpieza y preparación de los conductos radiculares sobre todos curvos y atrésicos. Se encuentran también los sistemas rotatorios secuenciales de Níquel-Titanio (Ni-Ti) y los sistemas de lima única de movimiento alterno con aleación M-Wire (Caviedes, Cabezas, Morales, Perera & Tineo 2012).

El desarrollo y utilización de limas Ni-Ti ha llevado a grandes avances en el tratamiento Endodóntico. Estos instrumentos son bien conocidos por su eficiencia en la preparación del conducto radicular, presentan un comportamiento elástico que le brinda una flexibilidad excepcionalmente buena

al instrumento, lo que permite seguir de manera efectiva la ruta original del conducto radicular (Wen-Chi, Lin & Shin 2016). De hecho, la gran flexibilidad de la aleación permite aumentar la conicidad (Taper) de los instrumentos, para obtener preparaciones del canal radicular con más conicidad de una manera mecanizada (DENTSPLY, 2016).

A pesar de ser flexibles, estos instrumentos también tienden a fracturarse, siendo uno de los accidentes más frecuentes que pueden ocurrir en la instrumentación con sistemas rotatorios, lo que lleva a comprometer el éxito del tratamiento Endodóntico (Aranguren, 2016). En 1968, Grossman manifiesta: “El dentista que no ha roto un instrumento en el canal de la raíz no ha tratado muchos canales radiculares” (Herrera & Casasola, 2019). En la mayor parte de los casos, la separación de las limas se debe al uso incorrecto o excesivo de un instrumento Endodóntico (Jiménez, Calderón, Tello & Hernández 2014).

Con el fin de mejorar la eficiencia de los instrumentos y limitar el riesgo de fractura inherente a la inserción de los mismos cuando progresan hacia apical, se ha inventado un nuevo sistema WaveOne®Gold que tiene un tratamiento térmico posterior a su fabricación lo que le proporciona mayor resistencia a la fatiga cíclica aumentando su flexibilidad (Aranguren, 2016). El fabricante y los creadores de este sistema recomiendan el uso único de este instrumento por dos motivos: para evitar la reutilización de instrumental por riesgo de contaminación cruzada y porque es un instrumento que realiza un trabajo que normalmente lo

harían 3 o 4 instrumentos. A pesar de las innovaciones en diseño, metalurgia y cinemática, esto podría producir de igual manera mucho stress sobre el instrumento que podría hacerlo más susceptible a la fractura (Steinfert, 2017).

Sin embargo, a pesar de que las casas comerciales indican que estas limas son de uso único, muchas veces en nuestro medio no siempre se cumple por los altos costos de las mismas, de tal manera que para reducir la inversión y no reutilizarlas es que se han dispuesto en el mercado limas alternativas supuestamente con las mismas características, pero a más bajo costo.

Por lo tanto, este estudio se destinó al Análisis microscópico y de fatiga cíclica de limas WaveOne®Gold original y de su forma alternativa fabricadas por una empresa china.

CAPITULO I. PRESENTACION DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

A partir de los años 90, comenzó a ser fabricada una nueva generación de limas endodóntica como consecuencia de la aleación de Níquel-Titanio (55% de Níquel y 45% de Titanio) (Holguin, Santana, Aseff, De la fuente, Martínez & Anaya, 2014). El uso de estos instrumentos ha logrado gran popularidad en los últimos años.

Los instrumentos elaborados con Ni-Ti se han desarrollado para simplificar y mejorar la eficacia de la preparación del canal radicular. Ciertos estudios anteriores han informado acerca de la capacidad que exhiben las limas mecanizadas Ni-Ti, como minimizar errores de procedimientos, ser biocompatibles, tienen resistencia a la corrosión y exhiben la característica notable de superelasticidad, que se refiere a la capacidad de volver a su estado original cuando sufre algún tipo de deformación (Jiménez, ET AL, 2014).

Las limas Ni-Ti son 2 a 3 veces mayor en torsión y flexión, así como más resistentes a la fractura, en comparación con las limas de acero inoxidable. (Walia, Brantley & Gerstein 1988).

Sin embargo, una de las principales preocupaciones al usar instrumentos de Ni-Ti rotatorios o reciprocantes durante la preparación del conducto radicular es la

ruptura de la lima. En la mayor parte de los casos, la separación de las limas se debe al uso incorrecto o excesivo de un instrumento Endodóntico (Jiménez ET AL, 2014).

El clínico generalmente no puede detectar el momento en que una lima Ni-Ti alcanza su deformación previa a la fractura, debido a que esta, rara vez es visible (Niño, Cortés, & Aguilera 2014).

La incidencia de fracturas de las limas mecanizadas de níquel-titanio se informa como 5% a 21%, dependiendo de su diseño. La fractura de una lima endodóntica dentro del conducto radicular es un accidente de procedimiento que reduce significativamente el éxito endodóntico (Niño, Cortés, & Aguilera, 2017).

La fractura o separación de los instrumentos mecanizados Ni-Ti, puede ocurrir por dos razones:

Fractura por Torsión: Esta ocurre cuando la punta de la lima o cualquier otra parte del instrumento queda atascada en el conducto, mientras la parte restante queda rotando en el interior del conducto (Estrada, 2017). Es la causa más común de separación de los instrumentos Ni-Ti.

Fractura por fatiga cíclica: La fatiga del metal es causada por el ciclo de estrés repetitivo. Los instrumentos Ni-Ti sufren fuerzas de tensión y compresión en el área de curvatura máxima del canal, hasta la fractura (Bueno, Cury, Vásquez, Araújo, Jacinto, Gomes, Cintra, & Dezan 2019). Incluso esta fractura se genera

por el propio uso, en conducto morfológicamente rectos y homogéneos, he ahí la importancia que algunos autores le dan al número de usos de cada lima. (Estrada, 2017).

Frente al avance de la tecnología y la incorporación de la metalurgia en endodoncia se han fabricado nuevos instrumentos de Ni-Ti para mejorar sus propiedades. El M - Wire tiene propiedades físicas y mecánicas que pueden hacer que los instrumentos de endodoncia sean más flexibles y resistentes a la fatiga que los fabricados con cables de Ni-Ti procesados convencionalmente. (Pereira, Peixoto, Viana, Oliveira, González, & Buono, 2012), especialmente en comparación con las aleaciones de acero inoxidable.

El primer sistema rotatorio disponible que utilizó Ni-Ti M-Wire fue GTX (Dentply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, USA).

En la actualidad, encontramos un nuevo sistema de limas denominadas Wave One Gold, es la nueva versión de la conocida Wave One. Esta última está fabricado en una aleación de NiTi M-Wire, es un sistema que se acciona con movimiento reciproco y que fue lanzado por Dentply Maillefer a finales del año 2010 en Ballaigues, Suiza.

WaveOne Gold (última versión), salió al mercado en el año 2016 y se beneficia de los últimos avances tecnológicos que incluyen tanto la aleación Gold donde presenta un tratamiento térmico posterior a su fabricación, denominada "Gold", como el diseño de los nuevos instrumentos. Este tratamiento térmico

corresponde a ciclos predeterminados de enfriamiento y calentamiento (patentados por el fabricante), que le da el color y el nombre, ya que producen una capa superficial de Óxido de Titanio que le brinda un aspecto dorado. Este proceso busca modificar la matriz cristalográfica de Ni-Ti, alterando las temperaturas de transformación entre la fase Austenita y Martensita creando instrumentos más flexibles, resistentes a la fatiga cíclica y con mayor capacidad de deformación (Steinfort, 2017).

1.2 Problema

Ebay es un sitio destinado a la subasta y comercio electrónico de productos a través de Internet. Es uno de los pioneros en este tipo de transacciones, habiendo sido fundado en el año 1995 por Pierre Omidyar Morad, un empresario estadounidense de origen franco-iraní. (www.ebay.com). En este sitio web se pueden encontrar diversos artículos incluida el área dental donde se exponen instrumentales y materiales a más bajo costo reproduciendo características similares a los instrumentos fabricados originalmente, en donde se pueden encontrar las limas reciprocantes WaveOne Gold, pero de forma alternativa denominada A-ONE GOLD de la empresa China AZDENT.

Existe una controversia de que las limas alternativas hechas en China serían de menor calidad que las fabricadas originalmente. Es necesario determinar si las

limas “alternativas” se comportan de manera predecible dentro del conducto radicular y que lo puedan preparar adecuadamente sin sufrir fracturas.

1.3 Justificación del problema

Durante la preparación biomecánica de los conductos radiculares, pueden surgir una serie de problemas y complicaciones que perjudican la adecuada instrumentación de estos, y que repercutirán en el éxito del tratamiento.

Estos accidentes pueden ser prevenidos si se realiza el tratamiento siguiendo todos los pasos adecuadamente, manteniendo el buen estado de los instrumentos.

Por todo lo anterior, no sabemos si las limas alternativas cumplen los mismos estándares de calidad que las originales, es por esto que se llevó a cabo el presente estudio.

CAPITULO II. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Supuesto

¿Posee mayor resistencia a la fatiga cíclica las limas WaveOne®Gold Primary original comparadas con la alternativa?

2.2 Objetivos

General:

Comparar microscópicamente y someter a Test de Fatiga Cíclica tanto limas Originales (adquiridas directamente con el fabricante, Dentsply), como limas Alternativas (adquiridas desde China).

Específico:

- Identificar y comparar, a través de un microscopio óptico, probables defectos de fábrica de las limas WaveOne®Gold Primary originales y alternativas.
- Analizar y comparar la fatiga cíclica, el deterioro físico y el tiempo de limas WaveOne®Gold Primary originales y alternativas.

2.3 Variables

- **Falla de origen:** evaluación de la presencia o ausencia de rebabas, superficies rayadas, presencia de residuos, puntas curvas, planas o redondeadas además del color dorado del instrumento mediante observación en microscopio óptico. Variable cualitativa, policotómica, nominal.
- **Fatiga cíclica:** se refiere al fenómeno por el cual se produce la rotura de los materiales bajo cargas dinámicas cíclicas. Es determinada con el número de ciclos en cual un instrumento opera bajo condiciones de cargas específicas, hasta sufrir la fractura. Variable cuantitativa, continua, intervalar.
- **Deterioro físico:** a través del microscopio óptico, se observan las limas ya fracturadas para comparar presencia de estiramiento, enrollamiento, cráteres, microfisura y desgaste. Variable cualitativa, policotómica, nominal.
- **Tiempo:** Tiempo en que se demora cada lima WaveOne®Gold Primary original y alternativa en fracturarse. Variable Cuantitativa, Continua, Razón.

CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Generalidades

Limas Originales: WaveOne Gold (DENTSPLY Maillefer)

El sistema estudiado (Ilustración III-1), cuenta con cuatro limas de taper decreciente, es decir, disminuye desde la punta hacia el mango, denominadas Limas Small (Amarilla #20/07 en su punta), Primary (Roja #25/07 en su punta), Medium (Verde #35/06 en su punta) y Large (Blanca #45/05 en su punta), con giro recíprocante que realiza un giro largo de 150° en sentido horario que busca la trayectoria del canal y luego un giro corto de 30° en sentido anti horario, donde corta la dentina.



Ilustración III-1 Limas WaveOne Gold (DENTSPLY). Imagen adquirida de internet.

El fabricante plantea que la mayoría de los casos, la conformación completa de los canales se puede realizar con la lima Primary, pero este sistema también cuenta con la lima Small que facilita la instrumentación en casos muy curvos y/o finos y también con dos limas de mayor diámetro, Medium y Large, que permiten instrumentar canales de mayor calibre. Se pueden adquirir en largos tradicionales de 21, 25 y 31 mm.

Limas Alternativas: A-ONE Gold (AZDENT)

Este sistema (Ilustración III-2) fabricado en forma alternativa por una empresa china presenta las mismas características que el sistema original, es decir, 4 instrumentos, se presenta con las mismas longitudes (21, 25 y 31 mm), y con el mismo calibre y taper. Limas Small (Amarilla #20/07), Primary (Roja #25/07), Medium (Verde #35/06) y Large (Blanca #45/05), el mismo giro recíprocante y con la misma aleación Gold.



*Ilustración III-2 Limas A-ONE Gold (Azdent).
Imagen adquirida de www.eBay.com*

Cabe destacar que la empresa Azdent indica que la venta de este artículo puede estar sujeta a la regulación de la FDA (administración de alimentos y medicamentos) de los EE.UU, por lo que se verifica el estado del comprador.

3.2 Descripción de la Metodología

En el presente estudio se evaluaron 2 grupos de limas WaveOne®Gold, ambas de 25mm de longitud. El primer grupo denominado "original", adquiridas directamente a través de la representante de la marca Dentsply Maillefer; y el segundo grupo denominado "alternativo", adquiridas a través de la página www.eBay.com, por medio de un proveedor chino AZDENT.

Se evaluaron un total de 20 limas Primary (n=20). Cada grupo consta de 10 limas. Se eligió la lima Primary porque en la mayoría de los casos se podría completar la instrumentación del canal radicular solo con esta lima.

Se observaron detalladamente las limas para poder distinguir diferencias entre las originales y alternativas a través de un análisis con microscópico óptico (Ilustración III-3), y la realización de prueba de fatiga cíclica.



Ilustración III-3 Microscopio óptico. Fuente Propia.

Tabla 1 Resumen de Características generales entre limas Wave One Gold Originales y alternativas. (Ilustración III-4 y III-5).

	Originales	Alternativas
Marca	Dentsply Maillefer	Azdent
Diámetro y Taper	(25/.06)	(25/.06)
Largo	25 mm	25 mm
Cinemática	Reciprocante	Reciprocante



Ilustración III-5 Lima Wave One Gold Primary. Imagen adquirida de internet.



Ilustración III-4 Limas A-ONE Gold Primary. Imagen adquirida de internet.

3.3 Evaluación de fatiga cíclica

Se utilizó un molde de acero (Ilustración III-6) que cuenta con 3 tipos de canales, de 20 mm de longitud con radio de curvatura de 30°, 60° y 90°, que comienzan a 2 mm del extremo apical. Para esta prueba se utilizó el canal con radio de curvatura de 60°.

Los canales fueron cubiertos con una lámina de acrílico transparente para mantener las limas en su posición dentro del canal, junto con permitir la observación de las mismas para poder determinar el momento exacto cuando se produce la fractura.

Se utilizó el motor XSmart®Plus (Ilustración III-7), programado para el movimiento reciprocante de ambos grupos, y se midió la longitud de trabajo de

la lima, la cual fue de 20mm. Teniendo todo el instrumental listo, se inicia el movimiento reciprocante de la lima dentro del canal junto al cronómetro a longitud de trabajo hasta que esta se fracture. Se comparó el tiempo que demoró cada lima en fracturarse y fue registrado visualmente con un cronómetro digital. Se necesitó la ayuda de una persona instruida en el tema para que controle el cronómetro. El tiempo que demoró la lima en fracturarse se registró en una tabla de datos.



*Ilustración III-6 Molde de Acero
Fuente propia.*



*Ilustración III-7 Motor XSmart
Plus. Fuente propia.*

CAPITULO IV. RESULTADOS

La Lima Wave One Gold “original” que primero se fracturó fue al minuto 2,06 corresponde a la muestra N5 y la que más resistió a la fatiga cíclica fue al minuto 4,20 siendo la muestra N3.

La lima A One Gold “Alternativa” que primero se fracturó fue al minuto 1,39 que corresponde a la muestra N 1 y la que más resistió a la fatiga cíclica fue al minuto 3,51 siendo la muestra N5.

El promedio de las muestras para Wave One Gold “original” fue de 2,85 minutos y para A One Gold “alternativas” fue de 2,34 minutos.

Tabla 2 Tiempo que demora cada lima en fracturarse. Wave One Gold Primary Original y Alternativa.

Limas / Minutos	Limas Original	Limas Alternativa
1	2,28	1,39
2	2,51	2,48
3	4,20	2,04
4	2,38	2,50
5	2,06	3,51
6	3,21	2,58
7	3,32	3,03
8	2,24	2,23
9	3,10	2,26
10	3,27	1,41
MEDIA	2,85	2,34

En la tabla 2 representa el tiempo que demoró cada muestra en fracturarse por fatiga cíclica, además del promedio de cada grupo original y alternativa.

Tabla 3 Indica Promedio y desviación estándar muestral de limas originales y alternativas.

	Promedio	Desviación estándar	Tamaño de muestra
Original	2,857	0,672392908	10
Alternativa	2,343	0,651801776	10

Para obtener una evidencia estadística significativa sobre las diferencias de la duración a la ruptura de ambos tipos de limas, se realizó una prueba de diferencia de medias para muestras pequeñas planteando las siguientes hipótesis:

H0: La duración media a la ruptura de la lima original no es mayor a la duración media a la ruptura de la lima alternativa

H1: La duración media a la ruptura de la lima original es mayor a la duración media a la ruptura de la lima alternativa.

El valor estadístico T calculado es de 1,737 y el valor crítico para esta prueba fue de 1,734. Se puede apreciar que el valor del estadístico T obtenido es mayor al valor crítico.

4.1 Evaluación Microscópica

Esta evaluación se realizó antes y después del test de fatiga cíclica, para analizar el daño inicial y el daño posterior a su fractura. Se utilizó un Microscopio óptico, para observar las limas de forma tridimensional.

Tabla 4 Distribución de frecuencia de fallas de origen

	Color Dorado	Rebabas	Rayas	Residuos	Punta plana	Punta redonda	Punta curva
Primary Original	Dorado claro y brillante	4	5	3	5	5	0
Primary Alternativa	Dorado opaco y oscuro	9	8	4	9	1	0

La tabla N4 indica la cantidad de fallas de origen encontrada en superficie al microscopio óptico de cada muestra, tanto para limas Wave One Gold Primary originales y alternativas.

Tabla 5 Distribución de frecuencia por deterioro físico posterior a fatiga cíclica.

	Estiramiento	Enrollamiento	Cráteres	Microfisuras	Desgaste
Primary Original	0	0	3	5	10
Primary Alternativa	1	0	4	5	10

La tabla N5 indica la cantidad de deterioro físico en superficie encontrada al microscopio óptico de cada muestra, tanto para limas Wave One Gold Primary originales y alternativas.

Para obtener una evidencia estadística significativa se realizó una Prueba de diferencia de proporciones, esto se realizó a cada una de las fallas en la superficie tanto de origen como posterior a su fatiga cíclica, por lo cual se plantearon las siguientes hipótesis:

H0: proporción de falla en lima original es igual a proporción de falla en lima alternativa

H1: proporción de falla en lima original no es igual a proporción de falla en lima alternativa

Se consideró un como valor crítico 1,96 o -1,96 que corresponde a una significancia estándar de 0,05. Ninguno de los valores calculados cumple con superar o ser menor que el valor crítico.

CAPITULO V. DISCUSIÓN

Una de las mayores preocupaciones en la práctica de la endodoncia usando instrumentos NiTi sigue siendo la posibilidad de fracturas del instrumento. Existen varias razones por las cuales se fracturan las limas entre ellas la capacidad del operador, las técnicas de preparación, uso inadecuado o excesivo del instrumento, así como la anatomía del conducto radicular.

Aunque la presencia de instrumentos fracturados al interior de los conductos radiculares no siempre resulte en pronósticos desfavorables, dichos instrumentos fracturados podrían impedir la remoción del tejido vital o no vital, que a su vez pudiera provocar inflamaciones o infecciones.

Se han desarrollado nuevas limas endodónticas de NiTi con propiedades superiores, a través de un procesamiento termomecánico que le brinda mayor resistencia a la fatiga cíclica y esto ofrece beneficios en cuanto a eficacia, eficiencia, durabilidad, y seguridad de los nuevos instrumentos endodónticos.

Los resultados de este estudio frente a la resistencia a la fractura por fatiga cíclica indica que el valor del estadístico T obtenido es mayor al valor crítico, por lo que tenemos evidencia estadística suficiente para poder rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa planteada, por lo que se puede afirmar que la resistencia a la ruptura es mayor en la lima original en comparación con la lima alternativa.

Al igual que este estudio, Muhammad, et al, 2018 evaluó la resistencia a la fatiga cíclica de las limas WaveOne Gold Primary. Utilizó también un modelo artificial, comparó la resistencia de estas limas con y sin irrigantes; indicando que al no usar irrigante el promedio a la fractura es mayor entre los grupos, esto puede deberse a la generación de fricción y calor durante la prueba que afecta a la fatiga cíclica de los instrumentos probados (17). Los promedios de los valores de la desviación estándar del estudio de Muhammad, et al, 2018 fue de 3,124 y el promedio de este estudio fue de 0,672, diferencia que podemos asumir que en este estudio se utilizó aceite de turbina para evitar fricción en el molde de acero y eso tuvo acción como irrigante. Un estudio que realizó Gambarini y col 2019, al comparar limas Wave One Gold, en la fatiga cíclica arrojó diferencias significativas, pero en ese estudio se evaluaron limas Medium, y estas presentan un mayor calibre y por lo tanto mayor rigidez (18).

Las limas Primary Original y Primary Alternativas, al ser observadas al MO mostró diferencias en cuanto a su color, ya que el total de muestras para la limas originales presenta un dorado claro y brillante, y las limas alternativas es un dorado opaco y oscuro.

Los defectos de superficie que se observaron antes de la fatiga cíclica de las limas Primary Originales fueron en menor cantidad a diferencia de las limas alternativas, en donde en la mayoría de sus muestras presentaron defectos de

superficie. Cabe destacar que las puntas de ambas muestras de limas fueron planas o redondas, pero ninguna fueron curvas.

Se encontraron defectos de origen en la superficie de las limas tanto como originales y alternativas como rebabas, rayas, residuos. Al producirse la fractura ninguna de las limas originales presento estiramiento ni enrollamiento, Sin embargo, el total de las muestras presentaron desgastes. Las limas alternativas también presentaron desgastes de sus superficies en el total de su muestra.

Zargar, col 2019, evaluó los cambios característicos de la superficie de las limas WaveOne Gold antes y después de la fractura en molares extraídos y no en cubo artificial y los comparó sin usar, con uso de 3 canales y de 6 canales. Encontrándose al igual que en este estudio previo a su fractura rayas y rebabas de metal. Luego, al producirse la fractura y al ser observadas al MO coinciden ambos estudios la presencia de cráteres, Microfisuras, desgastes en sus superficies (19).

En el grupo de limas alternativas la aparición de rebabas y rayas casi en la totalidad de las muestras hace pensar que al existir estos defectos habría quizás menos metal y por lo tanto la fractura es más rápida existiendo diferencia significativa al compararla con la lima del grupo original.

Al hacer el análisis estadístico ninguno de los valores calculados, que fueron realizados por cada tipo de falla de origen y deterioro físico después de la fractura, cumple con superar o ser menor que el valor crítico, por lo que podemos

afirmar con la evidencia expuesta, que no existen diferencias entre las proporciones de cierto tipo de falla original o posterior a la fractura del instrumento para la lima original o alternativa, es decir, el porcentaje de fallas de cierto tipo no depende del tipo de lima. Podemos inferir que estos resultados fueron arrojados por ser poca cantidad de muestras.

A la fecha, no se encontraron estudios que comparen limas WaveOne Gold originales y alternativas en el análisis microscópico ni de fatiga cíclica. Por lo tanto, conocer los resultados de este estudio es de gran utilidad para el clínico.

La importancia clínica de este estudio es dar a conocer las propiedades de cada lima estudiada y frente a esto tomar la mejor decisión cuando se utilizada en pacientes, brindando al clínico seguridad y confianza durante la preparación biomecánica de una pieza dentaria. Es relevante seguir las instrucciones de uso del fabricante para que las propiedades ya sea de la lima original o alternativa no se vean afectadas y reflejadas en algún accidente clínico de fractura de instrumental. A pesar de las diferencias de precio, y del éxito del tratamiento, se sugiere no adquirir limas de procedencia desconocida.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos se concluye que la lima Wave One Gold Primary (original) posee mayor resistencia a fatiga cíclica que la lima A One Gold Primary (alternativa), por lo tanto, estadísticamente sí hay significancia entre el tiempo de fractura entre ambos grupos (valor $T \geq t$).

Frente al análisis microscópico previo a las pruebas de Fatiga Cíclica, las limas Alternativas presentaron mayor cantidad de desperfectos en su superficie, lo que hace pensar que la calidad de estas limas no es la adecuada en cuanto a los pasos de fabricación o en los materiales usados. Las limas originales también presentaron fallas al ser comparadas con las alternativas, pero en menor proporción. Sin embargo, estadísticamente los resultados obtenidos no muestran una diferencia significativa, antes ni después de ser fracturadas ($Z \geq$ valor critico).

BIBLIOGRAFÍA

1. ARANGUREN J., (2016, Marzo). WaveOne Gold Surfea el conducto con confianza. Denstply Maillefer, 1, pp.8-11.
2. BUENO, C. CURY, M. VASQUEZ, A. ARAÚJO, G. JACINTO, R. GOMES, J. CINTRA, L. & DEZAN, E.. (Febrero, 2019). Cyclic fatigue resistance of novel Genius and Edgefile nickel-titanium reciprocating instruments. UNESP, Brasil, 33, p.028.
3. CAVIEDES J., CABEZAS C., MORALES D., PERERA A., & TINEO H. (2012, septiembre 26). Biomecánica de la irrigación en el pronóstico de la endodoncia con sistemas de limas secuenciales rotatorias y limas únicas de movimiento alterno. SECH Canal abierto, 26, pp.4-23.
4. CHI C., LI C., LIN C. & SHIN C. (2016, Mayo 25). Cyclic fatigue behavior of nickel-titanium dental rotary files in clinical simulated root canals. Journal of the Formosan Medical Association, xx, pp.1-7.
5. ESTRADA, M. (Noviembre,2017). Rotary instrumentation in endodontics: which kind of lime you might use. Av. Odontoestomatol, 33(4), pp.151-160.
6. HERRERA, C. & CASASOLA, E. (2019, Octubre). Una técnica conservadora para la eliminación de instrumentos separados del canal radicular, reporte de caso. SECH Canal Abierto, 40, pp.16-19.
7. HOLGUIN M., SANTANA F., ASEFF E., DE LA FUENTE L., MARTINEZ M., & ANAYA J. (2014, Junio). Cyclic fatigue in the EndoSequence, Liberator and K3 rotary systems: Analysis under scanning electron microscope in an in vitro study. ADM, 71, pp.178-182.
8. JIMÉNEZ, J. CALDERÓN, A. TELLO, B. HERNÁNDEZ, H. (Junio, 2014). Rotary instrumentation: usage, separation and effect on postoperative endodontic complications. Revista Odontológica Mexicana, 18 No 1, pp.27-31.
9. V., (2017). Análisis Microscópico y de fatiga cíclica de limas Protaper Next Originales y alternativas. Fotografía de impresión de diseño, 19.
10. NINO, J. AGUILERA, M. CORTÉS, C.. (Diciembre 2013). Theoretical evaluation of Nickel-Titanium Mtwo series rotary files. Acta Odontológica Latinoamericana, 26(2), pp.90-96.
11. NINO, J. CORTÉS, C. & AGUILERA, M. (SEPTIEMBRE, 2014). Utilidad de la conformación del túnel liso antes de usar limas rotatorias endodónticas de níquel-titanio. revista cubana de estomatología, 51(3), pp.270-279.

12. ORTA F., NUNES E., REBELLO M., ABRAS A. & FERREIRA F. (2016, febrero 1). Importance of rotary systems in dental care by undergraduate students in patients of a health service of Belo Horizonte. *Journal Endodontic*, 60, p.3. 27 marzo 2020, De PMC Base de datos.
13. PEREIRA, E.; PEIXOTO, I; VIANA, A. OLIVEIRA, I. GONZALEZ, B. & BUONO, V.(2012) et al. Physical and mechanical properties of a thermomechanically treated NiTi wire used in the manufacture of rotary endodontic instruments. *Int Endod J.* 45 pp.469-74.
14. SCHILE, F., RISSO, L., ALBERDI, J. & GOLDBERG, F. (2018, Septiembre 3). Comparative study of the shaping ability generated with ProGlider and WaveOne Glider in simulated curved canals. *Asociación Odontológica Argentina*, 106, pp.119-123.
15. STEINFORT, K. (Abril, 2017). WaveOne Gold: La nueva apuesta de Denstply Sirona. *SECH, Canal Abierto*, 35, pp.4-10.
16. WALIA, H; BRANTLEY, W.A.; GERSTEIN, H. (Julio, 1988). An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 14, 346-51.
17. MUHAMMAD AND AL-HUWAIZI, S. A. (2018). Evaluation of the cyclic fatigue of wave one gold and reciproc blue using different irrigating medium. *International Journal of Medical Research & Health Sciences*, 7(1), 27–31.
18. GAMBARINI, G., GALLI, M., DI NARDO, D., SERACCHIANI, M., DONFRANCESCO, O., & TESTARELLI, L. (2019). Differences in cyclic fatigue lifespan between two different heat treated NiTi endodontic rotary instruments: WaveOne Gold vs EdgeOne Fire. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*.
19. Menecy, A., Mokhless, N., Hanafy, S. (2018). Evaluation of Surface Characteristic Changes of WaveOne Gold and WaveOne Single Reciprocating Files Using Scanning Electron Microscopy: An in-vitro Study. *Journal of Dental Materials and Techniques*, 7(1), 25-32.