

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA

PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA



“COMPARACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA DE PRO GLIDER Y EDGE GLIDE PATH.”

TRABAJO TERMINAL PARA OBTENER EL
DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

PRESENTA

C.D. ABELARDO AGUAYO PLASCENCIA

PRESIDENTE

(Director del proyecto)

DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

SINODAL
(Co-Director)

M.O. SALVADOR OLIVARES RODRÍGUEZ

SINODAL
(Co-Director)

C.D.E.E. LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

JUNIO DE 2018.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, BC a 25 de mayo de 2018

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA DE PRO GLIDER Y EDGE GLIDE PATH.**

Propuesto por el **C.D. Abelardo Aguayo Plascencia**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

A T E N T A M E N T E

Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez

**PRESIDENTE
(DIRECTOR DEL PROYECTO)**

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, BC a 25 de mayo de 2018

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA DE PRO GLIDER Y EDGE GLIDE PATH.**

Propuesto por el **C.D. Abelardo Aguayo Plascencia**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

A T E N T A M E N T E

M.O. Salvador Olivares Rodríguez

**SINODAL
(CO-DIRECTORA DEL PROYECTO)**

Ccp.- Archivo

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, BC a 25 de mayo de 2018

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA DE PRO GLIDER Y EDGE GLIDE PATH.**

Propuesto por el **C.D. Abelardo Aguayo Plascencia**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

A T E N T A M E N T E

C.D.E.E. Luis Hernán Carrillo Vázquez

**SINODAL
(CO-DIRECTOR DEL PROYECTO)**

Ccp.- Archivo.

COMPARACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA DE PRO GLIDER Y EDGE GLIDE PATH.

Presenta:

C.D. Abelardo Aguayo Plascencia

Directora:

Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez

Co-directores:

M.O. Salvador Olivares Rodríguez

C.D.E.E. Luis Hernán Carrillo Vázquez

Tijuana, Baja California, 25 de mayo de 2018

ÍNDICE

<i>Ccp.- Archivo</i>	2
INTRODUCCIÓN:	4
Instrumentación:.....	4
Níquel - Titanio (NiTi):	6
REVISIÓN DE LA LITERATURA:	8
JUSTIFICACIÓN:	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	12
HIPÓTESIS:	13
OBJETIVO:	14
VARIABLES:	15
Independiente:.....	15
Dependiente:.....	15
Operación de variables:	15
MATERIALES Y MÉTODOS:	16
Tipo de Estudio:	16
Universo de estudio:.....	16
Criterios de inclusión:	16
Criterios de exclusión:	16
Metodología:	16
Materiales:.....	16
Diseño de la muestra:	17
Prueba a la fatiga cíclica	20
RESULTADOS:	22
Numero de Ciclos Hasta la Fractura (NCF)	24
Análisis estadístico.....	28
<i>Discusion:</i>	29
CONCLUSIONES:	30
BIBLIOGRAFÍA	31

INTRODUCCIÓN:

La endodoncia se define como la rama de la odontología que se ocupa de la etiología, diagnóstico, prevención y tratamiento de las enfermedades de la pulpa dentaria y de las del diente con pulpa necrótica, con o sin complicaciones apicales.¹ (1)

En 1990 Sjogren y Cols. Realizaron estudio en 356 pacientes para demostrar el éxito de la terapia endodóntica, esto lo realizaron a 8 y 10 años de seguimiento y encontraron que el éxito de la terapia endodóntica es de 96% si es vital o necrótico, pero sin lesión periapical, 86% si existe lesión periapical y 62% en retratamientos.²(2)



Se hablan de un protocolo que se debe de seguir para poder obtener el éxito antes mencionado; entre estos pasos encontramos a una famosa triada endodóntica que no es más que la cadena de eventos a través de nuestro tratamiento endodóntico: la parte biomecánica que incluye la conformación y el desbridamiento mecánico de las paredes dentinarias para su posterior obturación, el siguiente paso es la desinfección química que está dada gracias a los diferentes irritantes utilizados en la terapia endodóntica y por último el sellado tridimensional del sistema de conductos que está mediado por la obturación a base de gutapercha y cemento sellador.³ (3)

Instrumentación:

La conformación del conducto radicular es uno de los pasos más importantes en el tratamiento endodóntico. Un objetivo importante de la instrumentación del conducto radicular es incluir completamente los conductos originales en la preparación, lo que

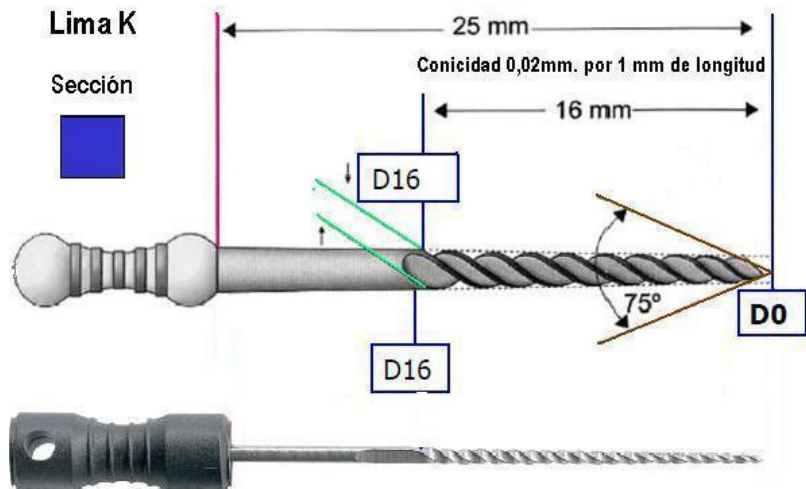
significa que todas las superficies de los conductos radiculares deben prepararse mecánicamente sin embargo, ese objetivo no es posible con las técnicas actuales. Se deben evitar los errores de preparación, como las deformaciones y las perforaciones.

Otro objetivo importante de la instrumentación es conservar la mayor cantidad posible de dentina radicular para no debilitar la estructura de la raíz y prevenir así las fracturas verticales. Aunque no se ha establecido definitivamente un grosor radicular mínimo, se considera crítico un grosor de 0,3. Dos elementos mecánicos principales son el calibre apical y el límite apical de la preparación en relación con la anatomía apical.

La doctrina tradicional ha mantenido que la preparación del conducto y la obturación subsiguiente deben terminar en la constricción apical, o diámetro más pequeño del conducto. Se cree que ese aspecto coincide con la unión cemento - dentinaria (UCD). Así pues, la preparación debe limitarse al interior del conducto radicular. Aunque por el momento no hay una validación definitiva de esta estrategia, estudios de seguimiento bien controlados parecen confirmarla.⁴ (4)



En 1838 fue fabricado el primer instrumento endodóntico con un resorte de reloj por Maynard.⁵ (5) Hace aproximadamente 100 años los instrumentos manuales fueron estandarizados. Estos instrumentos eran y siguen siendo de acero inoxidable, con los cuales se han desarrollado diferentes tipos de técnicas para la instrumentación del conducto radicular, por ejemplo en las que la instrumentación del conducto radicular se realiza de apical a coronal, en las que la dirección es corono-apical, la de fuerzas balanceadas y la combinación de 2 o más técnicas.³ (3)



Níquel - Titanio (NiTi):

Durante la década de 1980 se introdujeron los instrumentos de Níquel-Titanio (NiTi) en la endodoncia. Con una aleación de 56% de Níquel y 44% de Titanio, ofreciendo una elasticidad 8 veces mayor que el acero inoxidable, esto se traduce como grandes ventajas ante el acero inoxidable a la



hora de la conformación radicular; los instrumentos de NiTi mantienen mejor la forma original del conducto y reducen la creación de irregularidades como: desvíos formación de escalones y perforaciones.

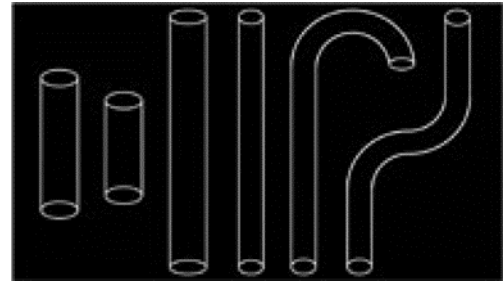
Una de las principales preocupaciones al usar instrumentos de NiTi durante el moldeado del conducto radicular es la ruptura del instrumento.⁶⁽⁶⁾ La fractura de los instrumentos rotatorios dentro del conducto es causada de dos formas diferentes; por torsión o por fatiga cíclica. La ruptura por torsión se produce cuando la punta del instrumento se atasca dentro del conducto radicular mientras el vástago sigue girando y la ruptura por fatiga cíclica es causada por los ciclos repetidos de tensión y compresión generados en el instrumento que gira dentro de un conducto curvo, esta es acumulativa y no regresiva.⁴

(4)

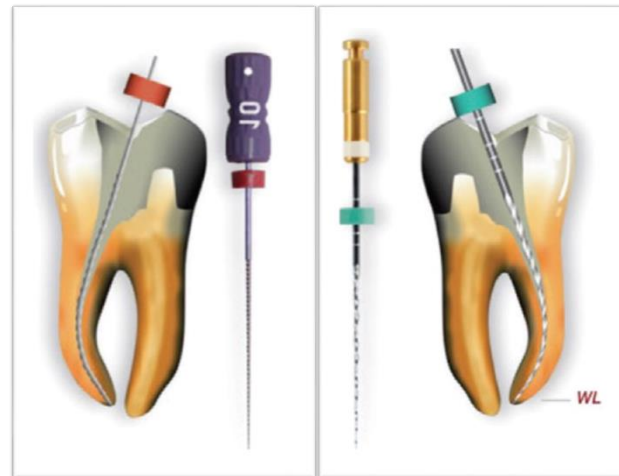
Patentizado o Glide Path

El objetivo de la instrumentación del conducto radicular es obtener un conducto cónico y continuo que vaya desde el acceso coronario hasta en ápice manteniendo la forma original del conducto, para lograr esto hay que comenzar con un buen patentizado del conducto radicular, patentizar es el punto de inicio para una buena preparación

biomecánica, además que el patentizar es esencial para la prevención de la fractura de los instrumentos rotatorios. El patentizado endodóntico se refiere a crear una vía radicular desde el orificio del conducto hasta la constricción apical. Su tamaño es mínimo y se suele comenzar con un instrumento pequeño por ejemplo # 10. Además al patentizar nos daremos cuenta del tipo de anatomía presente en el conducto.⁷ (7)



El patentizado también conocido como “Glide Path” puede ser preparado manualmente o mediante el uso de instrumentos rotatorios de NiTi con punta pequeña y diferentes conicidades (según la casa comercial).⁸ (8) El “Glide Path” puede variar de forma y tamaño dependiendo de la anatomía radicular presente. Tal como se muestra en la imagen. La forma más común y hasta cierto punto inconsciente de realizar el patentizado es manualmente, como en general, los instrumentos de NiTi para patentizar muestran ventajas en comparación a los de acero inoxidable, ejemplos: Los instrumentos para patentizar de NiTi brindan mayor seguridad, respetan la anatomía del conducto radicular. También los encontramos diferentes formas y tamaños.⁹ (9)



REVISIÓN DE LA LITERATURA:

Uslu y Cols. Realizaron un estudio en donde el objetivo era comparar la resistencia a la fatiga cíclica de patentizadores rotatorios de NiTi, que son manufacturados como instrumentos únicos, esto bajo un modelo dinámico.

Teniendo como hipótesis nula que no había diferencia significativa a la fatiga cíclica de los patentizadores de NiTi. En este estudio se compararon 20 ProGlider's 16.02 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) y 20 One G's 14.03 (Micro-Mega, Besancon, Francia). En el estudio un modelo especial fue diseñado con un ángulo de curvatura de 60°, dicha curvatura con un radio de 5 mm. La fórmula para calcular el número de ciclos antes de la fractura: $NCF = \text{duración para la fractura (seg)} \times \text{velocidad de rotación (rpm)} / 60$. La distribución normal de los datos se determinó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, y el análisis estadístico se realizó con muestras independientes t test. La significancia estadística se estableció en un nivel de confianza del 95%.

ProGlider demostró tener mayor resistencia a la fatiga cíclica, siendo estadísticamente significativo este resultado. Como se muestra en la gráfica. Los instrumentos fueron analizados bajo el microscopio electrónico de barrido, en la imagen las flechas muestran el origen de la fractura de los instrumentos.¹⁰ (10)

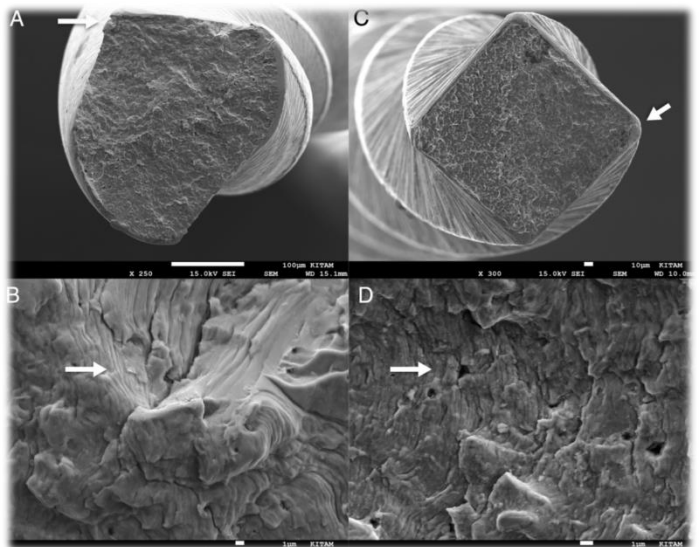
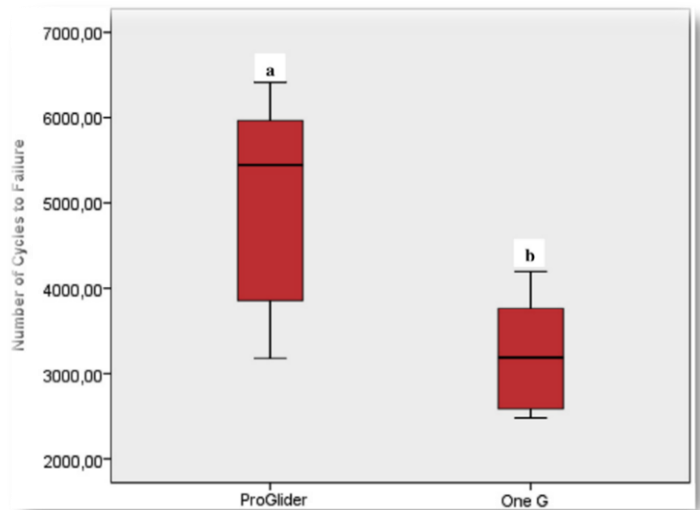


Figura 1 psdhdjj

Discusión: Uslu y Cols. Mencionan que Tanto One G como ProGlider son instrumentos rotatorios de NiTi que aceleran y simplifican el patentizado. Con el fin obtener resultados confiables sobre fatiga cíclica están recomendados los conductos estandarizados de acero inoxidable esto con el fin de minimizar las variaciones presentes en dientes naturales.¹¹ (11) ProGlider está hecha de una aleación de Niti (M-wire) y One G De NiTi convencional; Johnson y Cols. Reportaron que las aleaciones de M-wire son 400% más resistentes a la fatiga cíclica.¹² (12).

Conclusiones: Aún con las limitantes de este estudio se demostró que ProGlider es más resistente a la fatiga cíclica que One G. Se sugiere realizar nuevos estudios con patentizadores rotatorios de Niti tratado térmicamente y aleaciones M wire.

En otro estudio realizado por Capar Y Cols. Donde se comparó la resistencia a la fatiga cíclica de patentizadores de NiTi convencional versus patentizadores de NiTi pero con un tratamiento adicional. En este estudio se midió la fatiga cíclica de: PathFile (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), G-File (Micro-Mega, Besançon Cedex, Francia) y Scout Race (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) hechas todas de NiTi convencional versus ProGlider (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) que es un instrumento de NiTi con tratamiento térmico, aleación M Wire y HyFlex GPF (Coltene-Whaledent, Allstetten, Suiza) otro instrumento de NiTi, manufacturado como control de memoria.

10 instrumentos PathFile 16.02, 10 instrumentos G-file 12.03, 10 instrumentos Scout Race 15.02, 10 instrumentos HyFlex GPF 15 .02 y 10 instrumentos ProGlider 16 .02 fueron probados en este estudio en un modelo de acero inoxidable con un ángulo de curvatura de 90°, dicha curvatura con un radio de 3 ó 5 milímetros. La fórmula para calcular el número de ciclos antes de la fractura: NCF = duración para la fractura (seg.)

Radius	Groups	n	NCF	Fragment length (mm)	Working length (mm)
3 mm	Pathfile	10	512 ± 82 ^a	4.03 ± 0.16 ^a	19.5
	Scout Race	10	372 ± 80 ^b	4.14 ± 0.23 ^a	19.5
	ProGlider	10	656 ± 92 ^c	4.20 ± 0.29 ^a	17.5
	G File	10	873 ± 147 ^d	4.09 ± 0.26 ^a	19.5
	HyFlex GPF	10	2059 ± 602 ^e	4.23 ± 0.22 ^a	18.5
	5 mm	Pathfile	10	733 ± 104 ^a	4.16 ± 0.13 ^a
Scout Race		10	588 ± 88 ^b	4.24 ± 0.32 ^a	20.0
ProGlider		10	1056 ± 114 ^c	4.14 ± 0.16 ^a	17.0
G File		10	1803 ± 417 ^d	4.07 ± 0.18 ^a	20.0
HyFlex GPF		10	12887 ± 1851 ^e	4.15 ± 0.12 ^a	19.0

x velocidad de rotación (rpm)/60. HyFlex GPF tuvo la mayor resistencia a la fatiga cíclica seguido de: G-File > ProGlider > PathFile > Scout Race. Adicionalmente se detectó que los instrumentos resistían más la fatiga cíclica en un radio de 5 milímetros que en el radio de 3 milímetros. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.¹³ (13)

Discusión: Capar y Cols. Mencionan que la remoción de instrumentos separados en un problema que se puede en parte prevenir con un buen "Glide Path".¹⁰ (10) Aunque una limitante es el diseño del conducto de acero inoxidable, se ha mostrado que son muy confiables y que simulan el conducto radicular de un órgano dentario.¹⁴ (14) En el futuro se sigue comparando instrumentos rotatorios de NiTi utilizando la misma longitud de trabajo ya que en este trabajo se ajustaron las longitudes dependiendo del sistema rotatorio. (13)

JUSTIFICACIÓN:

Una de las principales preocupaciones al usar instrumentos de Níquel-Titanio durante la conformación del conducto radicular es la ruptura del instrumento dentro del sistema de conductos radiculares. Patentizar el conducto radicular es esencial para la prevención de la fractura de los instrumentos rotatorios. Los patentizadores de Níquel-Titanio también sufren fractura ya sea por torsión o por fatiga cíclica. Al igual que todos los instrumentos rotatorios los patentizadores de Níquel-Titanio también tienen un límite de uso antes de sufrir una fractura por fatiga cíclica a lo que se conoce como número de ciclos antes de la fractura, conocer esto nos puede ayudar a prevenir la fractura del instrumento dentro del sistema de conductos.

En el presente estudio se pretende analizar la resistencia a la fatiga cíclica de 2 patentizadores de Níquel-Titanio manufacturados como instrumento único para patentizar el conducto radicular, comparando el patentizador Edge Glide Path (EDGE ENDO) y el patentizador Pro Glider ((Dentsply Maillefer).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Desde su introducción a la endodoncia los instrumentos de Ni-Ti han sido una muy buena opción para la conformación del conducto, aunque una de las grandes desventajas es la separación de los instrumento.

Existen dos formas por las cuales se puede separar un instrumento de Ni-Ti, una es debido a la fatiga cíclica causada por los ciclos repetidos de tensión y compresión en el instrumento, que además es acumulativa y no regresiva.

¿Cuál de los 2 patentizadores de Ni-Ti (Pro Glider y Edge Glide Path) presenta mayor resistencia a la fatiga cíclica?

HIPÓTESIS:

Hipótesis Nula: No existe diferencia significativa entre la resistencia a la fatiga cíclica de Edge Glide Path y Pro Glider, ambos patentizadores rotatorios de Níquel–Titanio.

Hipótesis Alterativa 1: El patentizador de Níquel–Titanio Edge Glide Path presenta una mayor resistencia a la fatiga cíclica en comparación al patentizador de Níquel–Titanio Pro Glider.

Hipótesis Alterativa 2: El patentizador de Níquel–Titanio Pro Glider presenta una mayor resistencia a la fatiga cíclica en comparación al patentizador de Níquel–Titanio Edge Glide Path.

OBJETIVO:

El objetivo de este estudio es comparar la resistencia a la fatiga cíclica de dos sistemas rotatorios de Níquel-Titanio; Edge Glide Path y Pro Glider ambos manufacturados como: único instrumento para patentizar el conducto radicular.

VARIABLES:

Independiente:

Instrumento rotatorio

Dependiente:

Número de ciclos hasta la fractura.

Operación de variables:

El número de ciclos hasta la fractura (NCF) de cada instrumento el cual fue calculado multiplicando la duración en segundos de cada instrumento hasta la fractura por la velocidad de rotación que indica el fabricante sobre 60. Fórmula: $NFC = (\text{Segundos}) \times (\text{RPM}) / 60$.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Tipo de Estudio:

Descriptivo

Comparativo

Observacional

Transversal

Universo de estudio:

20 patentizadores de Níquel-Titanio Edge Glide path y Pro Glider.

Criterios de inclusión:

Patentizadores de Níquel-Titanio Edge Glide path y Pro Glider ultrasonificados y que bajo el análisis del microscopio clínico no presenten deformaciones o fisuras.

Criterios de exclusión:

Instrumentos que presenten algún defecto de fábrica observado bajo el microscopio clínico.

Metodología:

Materiales:

- 10 instrumentos nuevos; Edge Glide Path (Edge Endo, USA).

- 10 instrumentos nuevos; Pro Glider (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza).
- Cámara de baño ultrasónica.
- Microscopio Clínico S100/OPMI pico (Carl Zeiss Meditec AG, Jena Alemania).
- Motor dental; Elements Motor (SybronEndo. Orange, CA, EUA.)
- Contrángulo de reducción 8:1 (SybronEndo. Orange, CA, EUA.)
- Modelo metálico de acero inoxidable con conducto prefabricado, con una curvatura de 60° y 5 mm de radio.
- Dispositivo diseñado para montar contrángulo.
- Dispositivo diseñado para fijar el modelo metálico de acero inoxidable.
- Llave Allen # 3 (TRUPER, México).
- Aceite lubricante (PANA SPRAY, Illinois, USA).
- Regla milimétrica (EndoRing®, Oregón USA).
- Cronómetro Digital (Apple, Iphone 8, California, USA)
- Cámara Digital CANON.
- Micro calibrador digital.
- Microscopio Electrónico de Barrido.
- Laptop (HP 15-ay014dx Jiangsu, China)

Diseño de la muestra:

Se utilizaron 20 patentizadores rotatorios de Níquel –Titanio; Pro Glider y Edge Glide Path. Todos manufacturados como único instrumento para realizar el patentizado del

conducto radicular. Se formaron 2 grupos experimentales para ser sometidos a la prueba de fatiga cíclica.

Grupo 1: 10 instrumentos Edge Glide Path nuevos girados en rotación continua dentro de nuestro conducto de acero inoxidable.

Grupo 2: 10 instrumentos Pro Glider nuevos girados en rotación continua dentro de nuestro conducto de acero inoxidable.

Antes de pasar a la fase experimental del estudio, se realizó una ultrasonidificación de los instrumentos, con el propósito de eliminar residuos adheridos a la superficie de estos que pudieran haberse quedado en el proceso de maquilado, pudiendo así observar con mayor detalle y determinar que los instrumentos se encuentran libres de imperfecciones y/o microfisuras que pudieran desencadenar una fractura temprana. El protocolo para realizar esto fue: colocar los instrumentos en un baño ultrasónico por 25 minutos y después limpiarlos con gasa empapada de alcohol al 70%, después se dejaron secar.

El siguiente paso fue inspeccionar todos los instrumentos utilizando un microscopio clínico con magnificación Zeiss ; observando así la morfología de los instrumentos, además nos permite descartar la existencia de algún defecto en los instrumentos. Se utilizaron las magnificaciones: 0.4x, 0.6x, 1x, 1.6x, y 2.5x.



Figura 2. Figura no. Instrumento Edge Glide Path bajo el microscopio clínico a diferentes magnificaciones. En (A) se observa el instrumento a 0.4X, En (B) el mismo instrumento a 0.6X, En (C) el instrumento a 1X, (D) el instrumento a 1.6X, por último el instrumento a 2.5X.

Todos los instrumentos que durante el análisis fueron descubiertos con algún defecto, variación morfológica, microfisura, etc. fueron descartados del presente estudio.

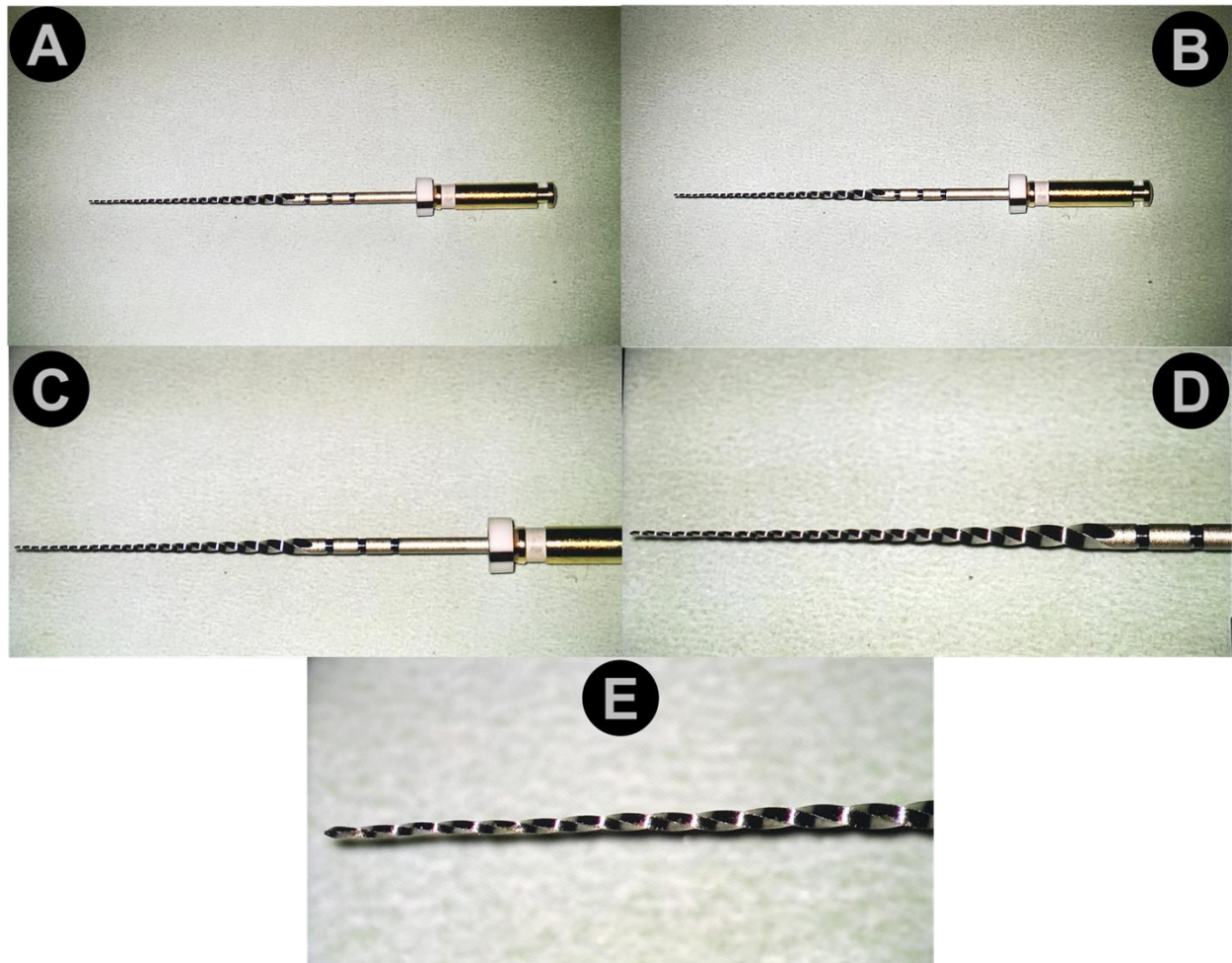


Figura 4 Instrumento Pro Glider bajo el microscopio clínico a diferentes magnificaciones. En (A) se observa el instrumento a 0.4X, En (B) el mismo instrumento a 0.6X, En (C) el instrumento a 1X, (D) el instrumento a 1.6X, por último el instrumento a 2.5X.

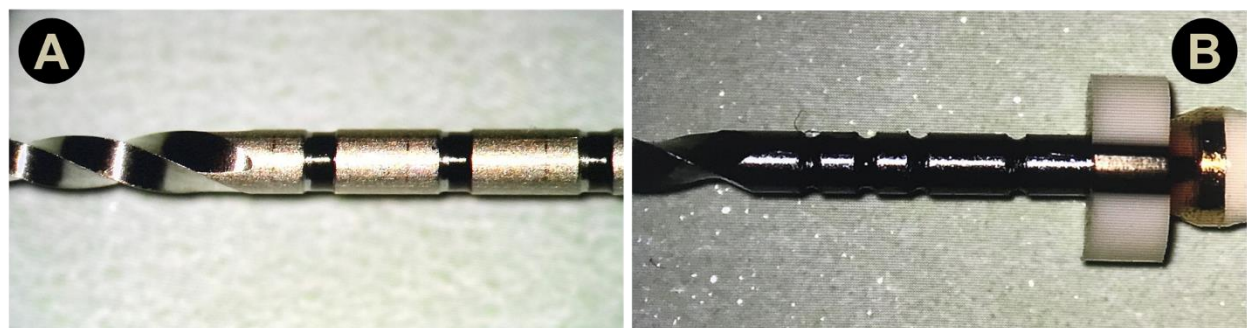
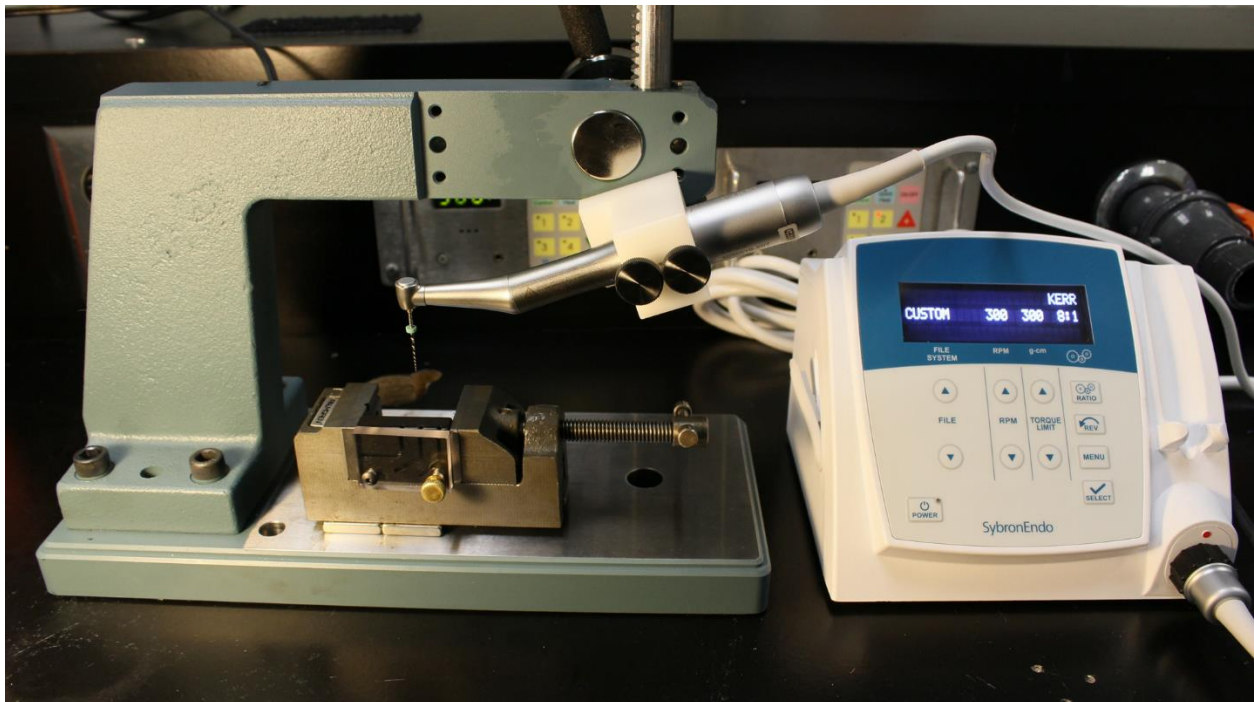


Figura 3 Vástago de ambos instrumentos bajo el microscopio clínico. (A) Vástago de Pro Glider visto a 2.5X, (B) Vástago de Edge Glide Path.

Prueba a la fatiga cíclica

Los instrumentos fueron divididos en los 2 grupos antes mencionados ($n = 10$). Se realizó la estática con el uso de un aparato diseñado específicamente para mantener fijo el contrángulo de reducción del micromotor. Además se cuenta con un bloque de acero inoxidable donde son simulados los conductos radiculares, dicha simulación del conducto tiene un ángulo de curvatura de 60° y 5 milímetros de radio de curvatura, según la técnica de Schneider.

Se utilizó un contrángulo de reducción 8:1 accionado por un motor de torque controlado Elements Motor (SybronEndo, Orange, CA, EUA). Todos los instrumentos fueron utilizados según sus configuraciones preestablecidas y siguiendo las instrucciones del fabricante hasta que ocurrió la fractura de este. La prueba estática se realizó con el aparato diseñado específicamente para mantener fijo el contrángulo de reducción del micromotor. En el bloque de acero inoxidable donde se encuentra el conducto simulado se le colocó una tapa de acrílico para observar los instrumentos dentro del conducto y detener los fragmentos separados.



Los instrumentos se activaron libremente dentro del conducto simulado, el cual previamente fue rociado con aceite sintético para reducir la fricción y producción de calor. Cada instrumento fue colocado en el contrángulo reductor y se introdujo en el conducto

a una longitud de 18 milímetros, la longitud fue marcada por un tope de hule en el instrumento.

El tiempo fue grabado con la ayuda de un cronómetro el cual fue pausado al momento de ser detectada la fractura visual y auditivamente. Con el fin de reducir el error humano, simultáneamente se grabó video, para después ser analizadas y corroborar que los tiempos marcados a la hora de la fractura de los instrumentos estén en lo correcto.

El número de ciclos hasta la fractura (NFC) de cada instrumento se calculó utilizando la siguiente fórmula: tiempo total (segundos) para la fractura, multiplicado por la velocidad racional (rpm)/60.

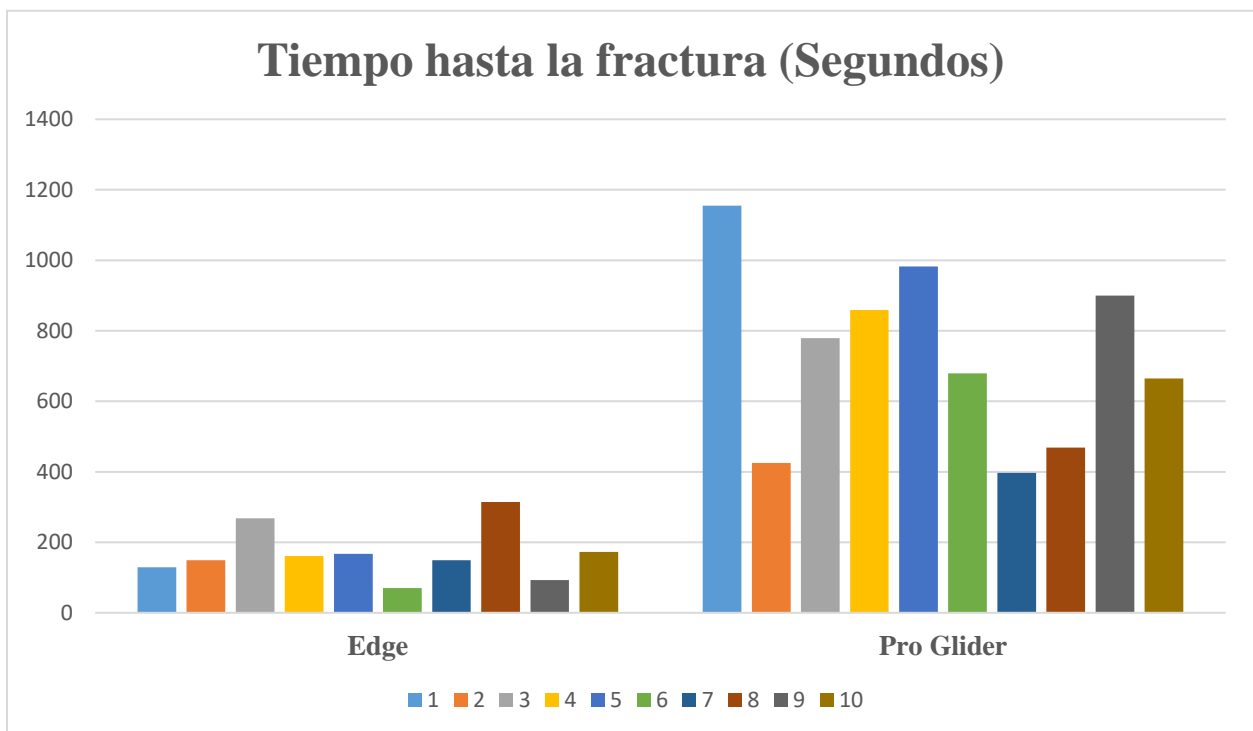
La longitud de la punta del instrumento fracturado se midió con un microcalibrador electrónico, esto con el fin de determinar un patrón el punto de fractura de los instrumentos.

Una vez realizada la prueba a la fatiga cíclica los instrumentos fueron observados bajo el microscopio electrónico de barrido para observar el origen de la fractura y algún patrón existente dentro de las fracturas. Con el microscopio electrónico de barrido se obtuvieron factografías de los instrumento.

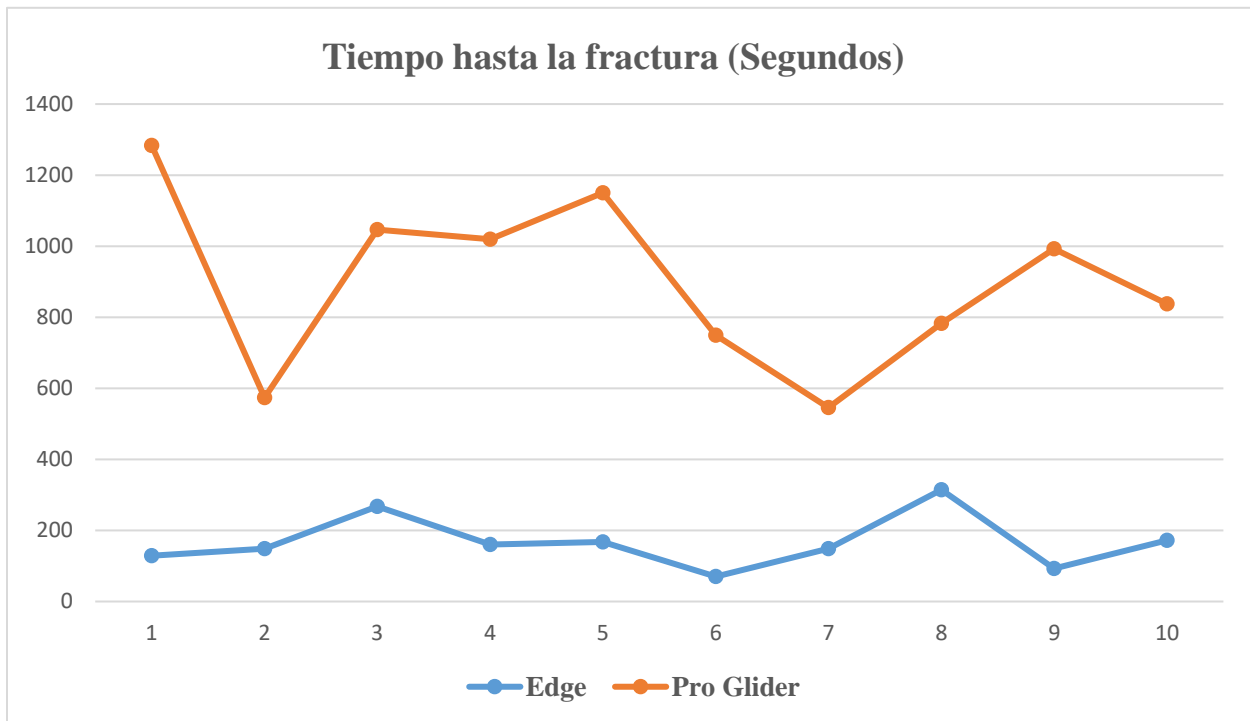
RESULTADOS:

Instrumento	Edge	Pro Glider
1	129.07	1154.67
2	148.64	424.07
3	267.96	778.77
4	160.50	858.74
5	167.40	982.55
6	70.22	679.40
7	149.10	396.54
8	314.41	468.19
9	92.70	899.41
10	172.43	664.91
Media	167.24	730.73

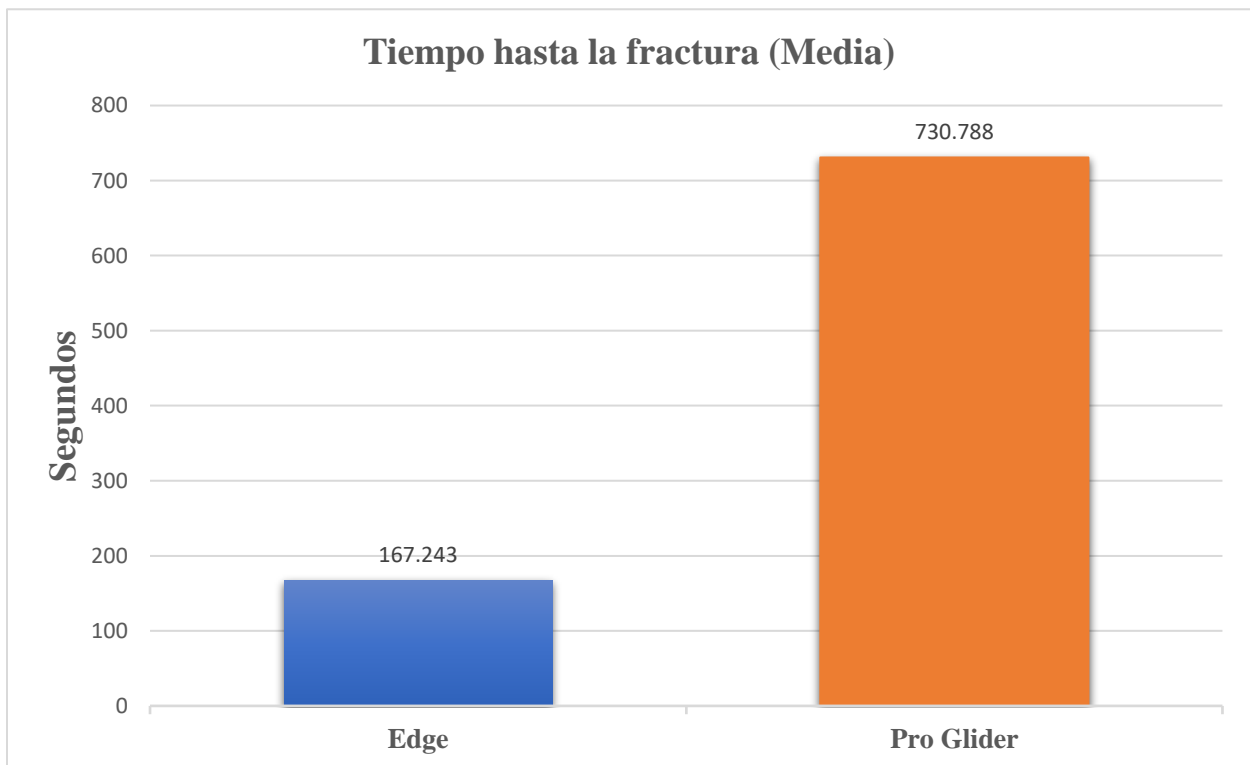
Tabla 1, Se muestra los valores en segundos del tiempo de cada instrumento para llegar a la fractura.



Gráfica 1. En la gráfica se muestra el tiempo en segundo que fueron necesarios para la fractura del instrumento.



Gráfica 2. Se muestra el tiempo en segundos necesarios para la fractura de los instrumentos en una gráfica de líneas y puntos.



Gráfica 3. Se muestra en una gráfica de barras el tiempo necesario para la fractura de los instrumentos.

Numero de Ciclos Hasta la Fractura (NCF)

El número de ciclos hasta la fractura (NCF) de cada instrumento fue determinado mediante la fórmula.

Número de ciclos antes de la fractura: $NCF = \text{Duración hasta la fractura (segundos)} \times \text{velocidad de rotación (RPM)}$ que indique el fabricante sobre 60.

$NFC = (\text{Segundos}) \times (\text{RPM}) / 60$.

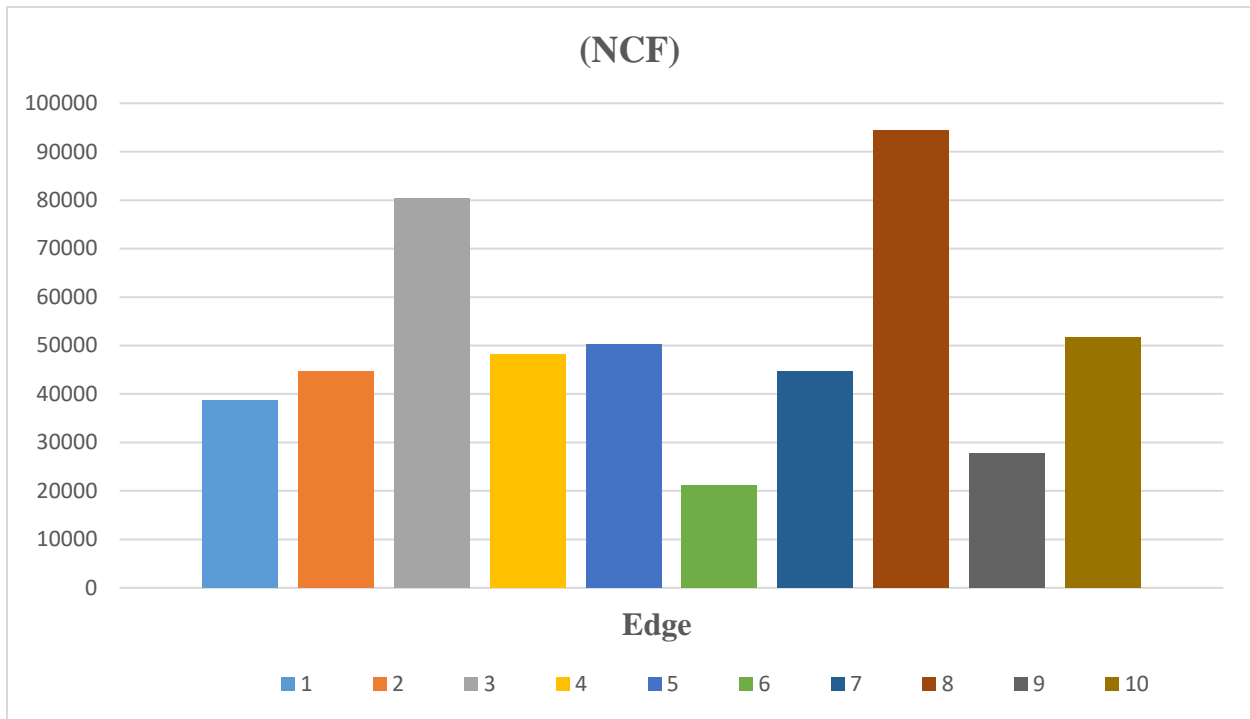
Para Pro Glider el fabricante recomienda utilizar el instrumento a 300 RPM en rotación continua y un torque variable entre 2 – 5.2 Ncm. **1 Newton = 101.9716 gramos.**

Para Edge Glide Path el fabricante recomienda utilizar el instrumento en un rango de 300 - 500 RPM en rotación continua y un torque variable entre 2 – 5.2 Ncm. **1 Newton = 101.9716 gramos.**

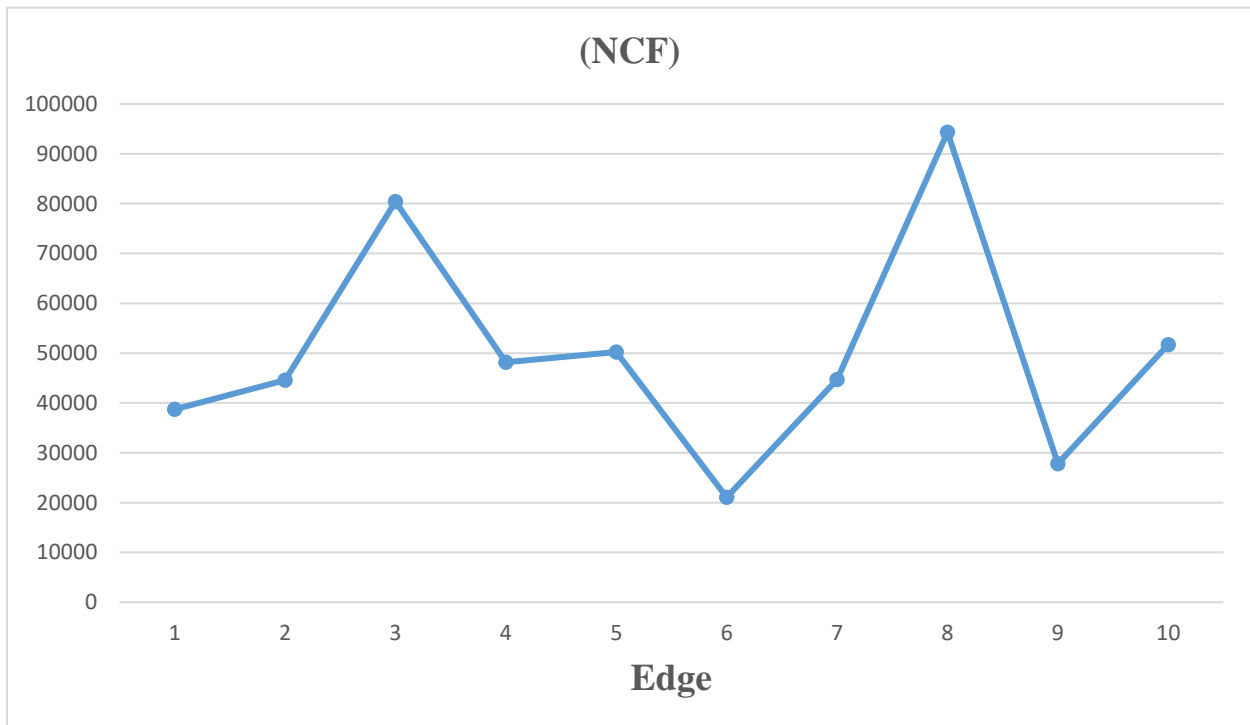
Se utilizó el motor dental; Elements Motor (SybronEndo. Orange, CA, EUA) a una velocidad de 300 revoluciones por minutos y 300 gramos sobre centímetro; debido a que 300 RPM / 300g-cm entran en el rango recomendado por los fabricantes para utilizar adecuadamente dichos instrumentos.

Instrumento	Edge (s)	(s) (300)	(s)(300)/60
1	129.07	38721	645.35
2	148.64	44592	743.20
3	267.96	80388	1339.80
4	160.50	48150	802.50
5	167.40	50220	837.00
6	70.22	21066	351.10
7	149.10	44730	745.50
8	314.41	94323	1572.05
9	92.70	27810	463.50
10	172.43	51729	862.15
Media	167.243	50172.9	836.215

Tabla 2. Resultados de Edge Glide Path, se muestran el número de ciclos para la fractura (NCF) que se obtiene de la multiplicación del tiempo por las revoluciones por minuto sobre 60.



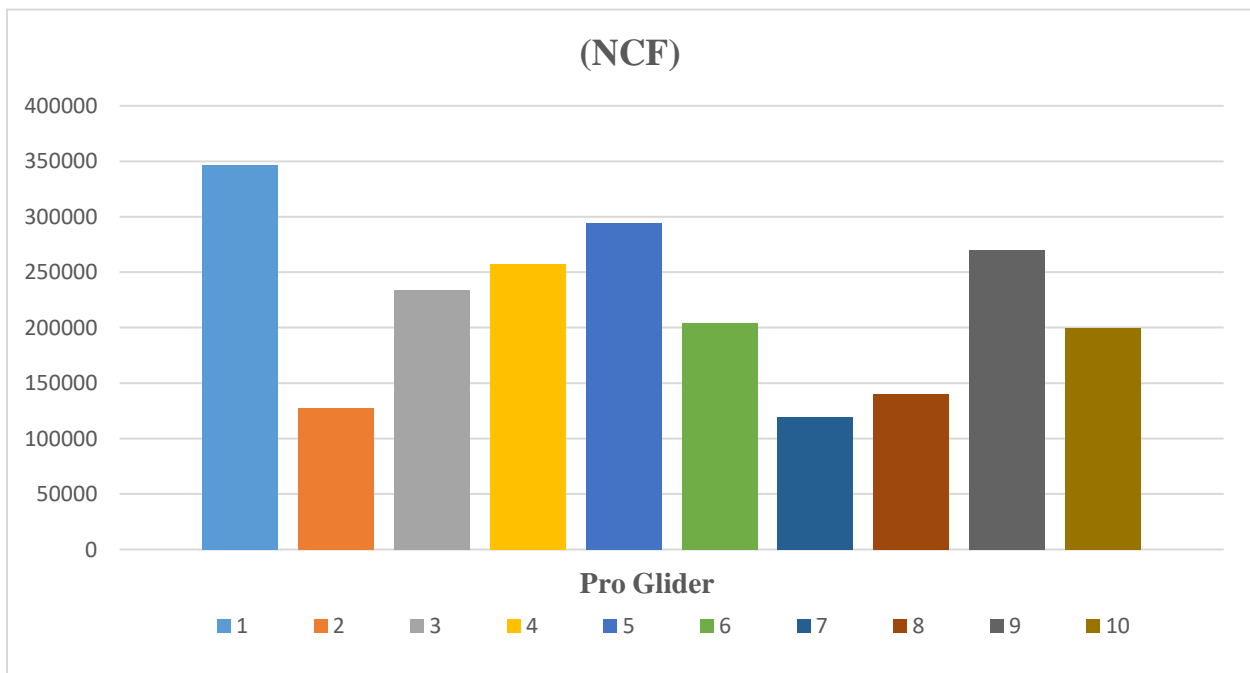
Gráfica 4. Se muestran los resultados de Edge Glide Path en una gráfica de barras



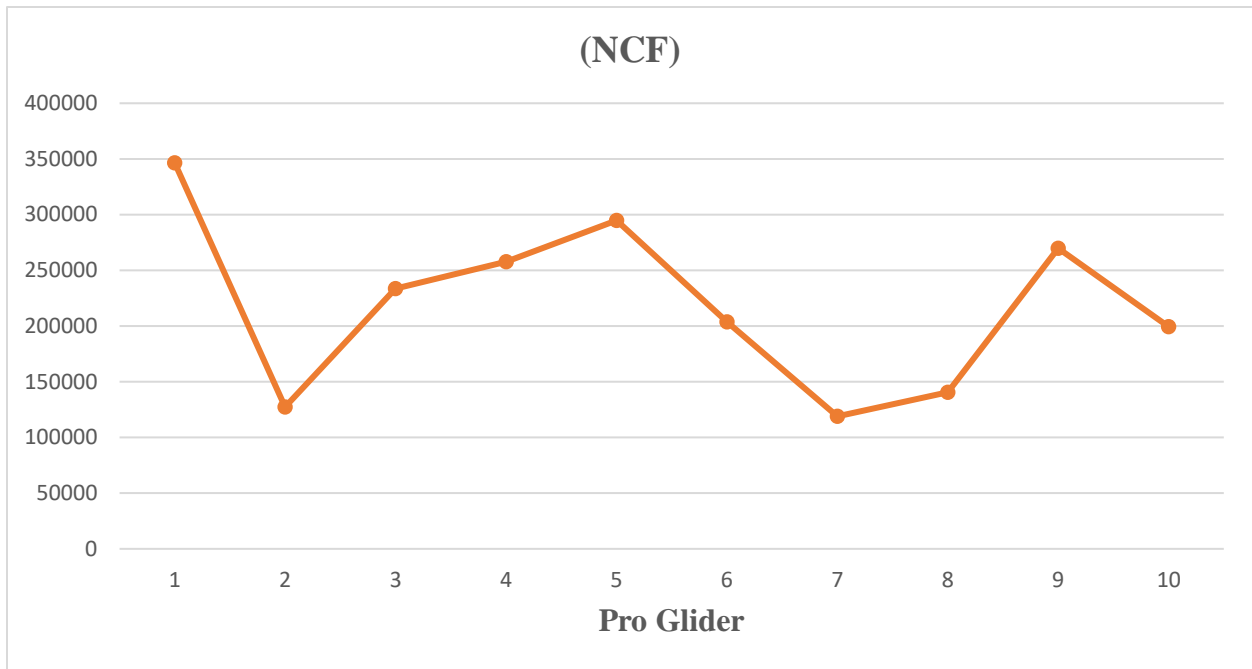
Gráfica 5. Se muestran los resultados de Edge Glide Path en una gráfica de líneas y puntos.

Instrumento	Pro Glider (s)	(s) (300)	(s)(300)/60
1	1154.67	346401	5773.35
2	424.07	127221	2120.35
3	778.77	233631	3893.85
4	858.74	257622	4293.70
5	982.55	294765	4912.75
6	679.40	203820	3397.00
7	396.54	118962	1982.70
8	468.19	140457	2340.95
9	899.41	269823	4497.05
10	664.91	199473	3324.55
Media	730.725	219217.50	36536.25

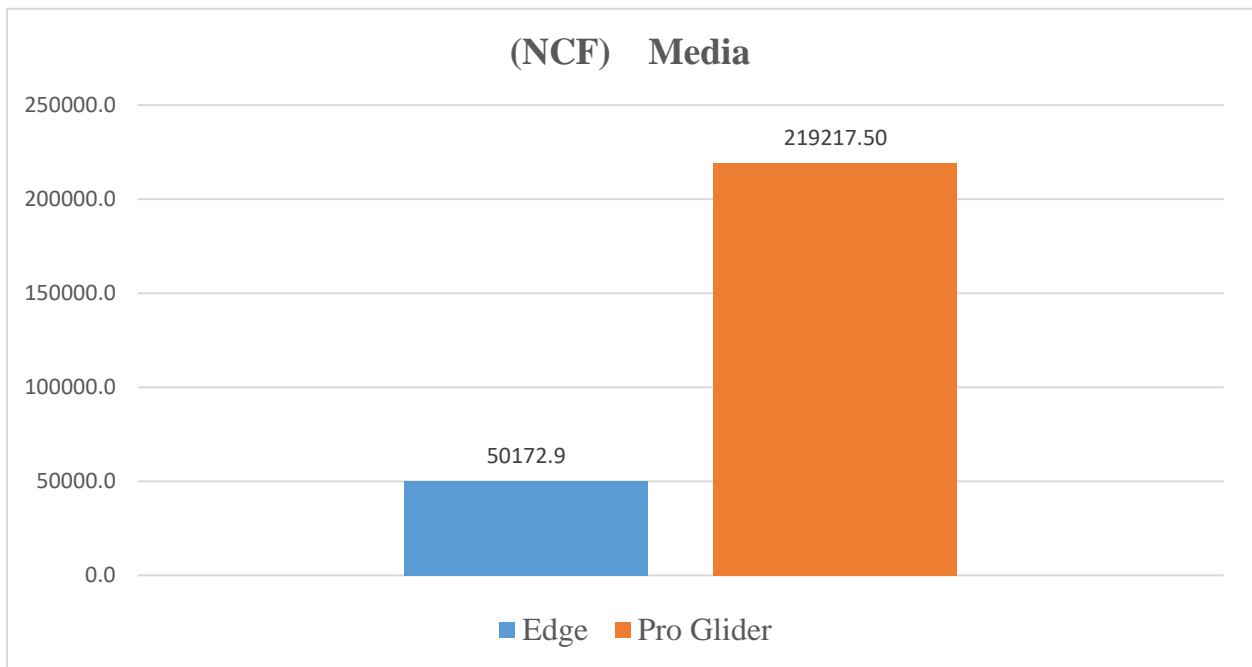
Tabla 3. Resultados de Pro Glider, se muestran el número de ciclos para la fractura (NCF) que se obtiene de la multiplicación del tiempo por las revoluciones por minuto sobre 60.



Gráfica 6. Se muestran los resultados de Pro Glider en una gráfica de barras.



Gráfica 7. Se muestran los resultados de Edge Glide Path en una gráfica de líneas y puntos.



Gráfica 8. Media del Número de ciclos hasta la fractura de ambos instrumentos.

Análisis estadístico

Estadísticas de grupo					
	LIMA	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
TIEMPO	EDGE	10	167.2430	73.76914	23.32785
	PROGLIDER	10	730.7250	252.08098	79.71501

Prueba de muestras independientes							
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
TIEMPO	Se asumen varianzas iguales	11.864	.003	-6.784	18	.000	-563.48200
	No se asumen varianzas iguales			-6.784	10.530	.000	-563.48200

Prueba de muestras independientes				
		prueba t para la igualdad de medias		
		Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
			Inferior	Superior
TIEMPO	Se asumen varianzas iguales	83.05824	-737.98088	-388.98312
	No se asumen varianzas iguales	83.05824	-747.29181	-379.67219

DISCUSION:

Actualmente no existe un protocolo estandarizado para testar la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos rotatorios pues, el American National Standards Institute y la American Dental Association , en 1976 estandarizaron un protocolo para testar la carga por torsión de limas de NiTi usadas para la instrumentación manual pero no sobre fatiga cíclica, pues los test establecidos mantenían la punta bloqueada haciendo girar el resto del instrumento consiguiendo la fractura por causa torsional. Sin embargo, para poder testar la resistencia a la fatiga cíclica, todos los sistemas rotatorios de NiTi deben rotar libremente dentro de un conducto para que la fatiga no se produzca por bloqueo de su punta sino por una acumulación de fatiga en el metal. También, la constante evolución del diseño, cinemática y aleaciones de los instrumentos de NiTi hace necesario introducir dispositivos aceptados universalmente que permitan homogeneizar los diseño experimentales de los estudios y así poder comparar los resultados sobre resistencia de las limas a la fatiga cíclica. Siguiendo esta línea, Plotino y cols. describen que el modelo ideal sería la instrumentación de conductos curvos en dientes naturales, ya que sería el método que más se aproximaría a la realidad clínica. Pero la forma de los conductos radiculares cambiaría durante la instrumentación, haciendo imposible la estandarización de las condiciones experimentales. Es por eso que este estudio no pretende simular las condiciones clínicas y se centra en determinar las propiedades intrínsecas de las limas a través de un diseño experimental in vitro, en el que los instrumentos son rotados en unas condiciones controladas y reproducibles excluyendo posibles factores de confusión como la dentina, la torsión y las variaciones en la capacidad de corte, entre otros. La resistencia a la fractura por fatiga cíclica ha sido ampliamente testada in vitro, de forma estática y dinámica, usando diferentes dispositivos tales como bloques de plástico o de metal, tubos cilíndri- 98 cos de metal o de cristal, agujas, pins para guiar la trayectoria de las limas entre otros, con varios diámetros internos y puntos de máxima curvatura, usando distintos ángulos y radios de curvatura, desde los 25º hasta los 90º con radios de 2 a 5 mm, lo que da lugar a sesgos en la metodología obteniéndose resultados dispares. Sin embargo, todos los estudios coinciden en el detalle de la falta de fijación de la lima dentro del conducto, pues la pérdida de ajuste del instrumento respecto a las paredes del conducto, hace que pueda vibrar en el espacio intraconducto dando lugar a cambios en la magnitud del estrés, lo que conlleva a variaciones en los resultados. Así, los conductos artificiales deberían ser diseñados específicamente para cada instrumento a testar en términos de tamaño y conicidad, proporcionando así una trayectoria específica a lo largo de todo el conducto, pues, si el conducto artificial no es idéntico en tamaño y forma al instrumento, su trayectoria no responderá a los parámetros establecidos, ya que al no estar lo suficientemente confinado el instrumento en las paredes del conducto, tendería por su elasticidad a su forma recta original, alineándose en una trayectoria de mayor radio y menor ángulo de curvatura de los establecidos.

CONCLUSIONES:

La resistencia a la fatiga cíclica se ve influida por el tipo de instrumento, la aleación de la cual está fabricado.

En el presente estudio contamos con la aleación M-Wire del instrumento Proglider frente a la aleación de NiTi Fire Wire de Edge Glide Path.

En conclusión:

Proglider (NiTi M-Wire) mostró una mayor resistencia a la fatiga cíclica que Edge Glide Path (NiTi Fire Wire).

A la hora de crear el Glidepath, clínicamente, es más adecuado el uso del instrumento Proglider por sus mejores propiedades mecánicas y mejor resistencia a la fatiga cíclica, puesto que disminuye el riesgo de una fractura del instrumento dentro del conducto radicular.

Coincidimos con la literatura revisada en que Pro Glider es un instrumento de buena calidad y con una alta resistencia a la fatiga cíclica.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Mondragón Espinoza, Jaime D. ENDODONCIA. Interamericana-Mc Graw Hill. México. 1995. 250 pp.
- 2) Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. J Endod 1990; 16: 498–504.
- 3) Cohen, Stephen & Hargreaves, Kenneth M. Vías de la pulpa. 10a Edición. Editorial Elsevier Mosby. Madrid 2011.
- 4) ⁴ Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. J Endod 2004;30:559–67.
- 5) ⁵ Leonardo, M. R. Evolución a través de la historia. En: Leonardo, M. R. & Leal, J. M. Endodoncia: Tratamiento de los conductos radiculares. 1994. Ed. Panamericana, 2ª edición, Buenos Aires, Argentina
- 6) ⁶ Jiménez Ortiz JL, Calderón Porrás AN, Tello García B, Hernández Navarro HN. Instrumentos rotatorios: su uso, separación y efecto en complicaciones endodónticas postoperatorias. Revista Odontológica Mexicana 2014;18 (1): 27-31.
- 7) ⁷ Dhingra A, Neetika. Glide path in endodontics. Endodontology Volume: 26, Issue 1, June 2014.
- 8) ⁸ Gambarini G, Plotino G, Sannino G, et al. Cyclic fatigue of instruments for endodontic glide path. Odontology 2015;103:56–60.

-
- 9) ⁹West J. The Endodontic Glidepath: Secrets to rotary success. *Dentistry Today* 2010; 29(9): 86, 88, 90-93.
- 10) ¹⁰ Uslu G, Taha O, and Inan U. Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of ProGlider and One G Glide Path Files. Volume 42, Issue 10, October 2016, Pages 1555–1558.
- 11) ¹¹Yao JH, Schwartz SA, Beeson TJ. Cyclic fatigue of three types of rotary nickel-titanium files in a dynamic model. *J Endod* 2006;32:55–7.
- 12) ¹²Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K. Comparison between a novel nickeltitanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/.04 rotary instruments. *J Endod* 2008;34:1406–9.
- 13) ¹³Capar ID, Kaval ME, Ertas H, Sen BH. Comparison of the Cyclic Fatigue Resistance of 5 Different Rotary Pathfinding Instruments Made of Conventional Nickel-Titanium Wire, M-wire, and Controlled Memory Wire. *Endod J* 2015;41:24–8.
- 14) ¹⁴ Parashos P, Gordon I, Messer HH. Factors influencing defects of rotary nickeltitanium endodontic instruments after clinical use. *J Endod* 2004;30:722–5.