

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA



**COMPARACIÓN DE LA FATIGA CICLICA ENTRE LOS SISTEMAS
ROTATORIOS HYFLEX CM Y ZENFLEX**

**TRABAJO TERMINAL QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

PRESENTA

C.D. ERIK ESPARZA

PRESIDENTE

(DIRECTORA DEL PROYECTO)

DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

SINODAL

(CO-DIRECTORA DEL PROYECTO)

DRA. DULCE YICEL MAGAÑA MANCILLAS

SINODAL

(CO-DIRECTOR DEL PROYECTO)

M.C.S. LUIS HERNAN CARRILLO VÁRGUEZ

SINODAL

(CO-DIRECTORA DEL PROYECTO)

DRA. MARIA DE LOS REMEDIOS SANCHEZ DIAS

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA

ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

Tijuana, B.C. a 12 junio de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN DE LA FATIGA CICLICA ENTRE LOS SISTEMAS ROTATORIOS HYFLEX CM Y ZENFLEX.**

Propuesto por el **C.D. ERIK ESPARZA**, 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

(DIRECTORA DEL PROYECTO)

Ccp.- Archivo.

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA

ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

Tijuana, B.C. a 12 de junio de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN DE LA FATIGA CICLICA ENTRE LOS SISTEMAS ROTATORIOS HYFLEX CM Y ZENFLEX.**

Propuesto por el **C.D. ERIK ESPARZA**, 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. Dulce Yicel Magaña Mancillas

SINODAL

(CO-DIRECTORA DEL PROYECTO)

Ccp.- Archivo.

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA

ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

Tijuana, B.C. a 12 de junio de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN DE LA FATIGA CICLICA ENTRE LOS SISTEMAS ROTATORIOS HYFLEX CM Y ZENFLEX.**

Propuesto por el **C.D. ERIK ESPARZA**, 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.C.S. Luis Hernán Carrillo Vázquez

SINODAL

(CO-DIRECTOR DEL PROYECTO)

Ccp.- Archivo.

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA

ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

Tijuana, B.C. a 12 de junio de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN DE LA FATIGA CICLICA ENTRE LOS SISTEMAS ROTATORIOS HYFLEX CM Y ZENFLEX.**

Propuesto por el **C.D. ERIK ESPARZA**, 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. María de los Remedios Sánchez Díaz

SINODAL

(CO-DIRECTORA DEL PROYECTO)

Ccp.- Archivo.

**COMPARACIÓN DE LA FATIGA CICLICA ENTRE LOS SISTEMAS
ROTATORIOS HYFLEX CM Y ZENFLEX.**

PRESENTA

C.D. ERIK ESPARZA

PRESIDENTE

(DIRECTORA DEL PROYECTO)

DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

SINODALES

(CO-DIRECTORES DEL PROYECTO)

DRA. DULCE YICEL MAGAÑA MANCILLAS

M.C.S. LUIS HERNAN CARRILLO
VÁRGUEZ

DRA. MARIA DE LOS REMEDIOS SANCHEZ DIAZ

Tijuana, Baja California, 12 de junio de 2023

AGRADECIMIENTOS

Quiero darle gracias agradecer a la vida por haberme permitido tener la oportunidad de ingresar al mejor posgrado en endodoncia que se encuentra en Baja California. A mi familia, por haber sido mi apoyo incondicional a lo largo de estos 2 increíbles años.

Quiero agradecer a la Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez, directora del Posgrado y presidente de proyecto por creer en mí, y darme la oportunidad de formar parte en este posgrado, a mis sinodales el M.C.S. Hernán Carrillo Vázquez, Dra. María de los Remedios Sánchez Dias y la Dra. Dulce Yisel Magaña Mancillas por su gran apoyo en este proyecto.

Al C.D.E.O. Aldo López Lozano por su colaboración y aporte de grandes ideas. A cada uno de los docentes que con su dedicación y esfuerzo construyeron en mi un bloque más de esta experiencia científicas.

A mis compañeros que compartimos momentos difíciles, logros y que juntos forjamos. Quiero agradecer a las siguientes instituciones: Al Dr. Carlos Muñoz, de la empresa Kavo Kerr, por permitir el ingreso a sus instalaciones y uso del equipo, por su colaboración y supervisión en esta investigación.

Finalmente quiero agradecer a CONACYT por la beca otorgada.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	12
LISTA DE ABREVIATURAS.....	13
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	2
2.1. Endodancia.....	2
2.2. Instrumentos endodónticos.....	4
2.2.1. Instrumentos manuales	4
2.2.2. Instrumentos rotatorios	6
2.3. Mecanismos de separación	8
2.4. Instrumentos rotatorios experimentales.....	10
2.4.1. Hyflex CM.....	10
2.4.2. Zenflex	12
III. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	15
IV. JUSTIFICACIÓN.....	16
V. HIPÓTESIS.....	17
5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO	17
5.2. HIPÓTESIS NULA	17

5.3. HIPÓTESIS ALTERNATIVA	17
VI. OBJETIVOS.....	18
6.1. OBJETIVO GENERAL.....	18
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
VII. VARIABLES.....	19
7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	19
7.2. VARIABLES DEPENDIENTES	19
7.3. OPERACIÓN DE VARIABLES	19
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
8.1. TIPO DE ESTUDIO	21
8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO.....	21
8.3. MATERIALES E INSTRUMENTAL	21
8.4. METODOLOGÍA.....	22
8.4.1. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	22
8.4.2. PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA.....	24
8.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	¡Error! Marcador no definido.
IX. RESULTADOS.....	26
X. DISCUSIÓN.....	31
XI. CONCLUSIONES	32
XII. RECOMENDACIONES.....	33

XIII. BIBLIOGRAFÍAS..... 34

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Representación de un tratamiento de conductos.....	2
Ilustración 2 Anatomía de lima rotatoria.	7
Ilustración 3 Instrumento rotatorio Hyflex CM y especificaciones.....	11
Ilustración 4 Sistema rotatorios Zenflex y sus indicaciones.	14
Ilustración 5 Fotografía de limas rotatorias	23
Ilustración 6 Protocolo de experimentacion.....	24
Ilustración 7 Vaciado de datos en SPSS Statistics.....	26
Ilustración 8 Muestras de instrumento rotatorio fracturado	30

LISTA DE ABREVIATURAS

NiTi	Niquel – titanio
CM	Memoria controlada
N cm	Newtons-centímetro (Torque)
Rpm	Revoluciones por minuto
Magnificación X	Aumentos
NCF	Número de ciclos hasta la fractura

I. RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la resistencia a la fatiga cíclica de 2 sistemas rotatorios: Hyflex CM y Zenflex movimiento rotativo.

En este estudio se utilizaron un total de 20 instrumentos distribuidos en 4 grupos experimentales (n=10). Para esta prueba estática se utilizó un bloque de acero que simuló un conducto, con el ángulo de curvatura de 60°. Los instrumentos fueron activados utilizando un contra-ángulo de reducción 6:1 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), activado por un motor con control de torque (X Smart plus, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), utilizando la velocidad y el torque según las instrucciones de cada casa comercial.

Cada uno de los instrumentos fueron activados dentro del conducto hasta el momento de la fractura. Los instrumentos se rotaron libremente el tiempo de fractura se grabó con ayuda de una cámara de video y un cronómetro digital. El análisis estadístico se realizó con programa SPSS.

Conclusión: HyFlex CM es el instrumento que estadísticamente presentó significativamente mayor resistencia a la fatiga cíclica, y no se encontraron diferencias significativas comparado con los rotatorios Zenflex.

II. INTRODUCCIÓN

2.1. Endodoncia

La endodoncia, como conjunto de conocimientos metódicamente formado y ordenado, constituye una ciencia, integrada en el conjunto de las ciencias de la salud. su objetivo es el estudio de la estructura, la morfología, la fisiología y la patología de la pulpa dental y de los tejidos perirradiculares. en su ámbito integra las ciencias básicas y clínicas que se ocupan de la biología de la pulpa, así como la etiopatogenia, el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de las enfermedades y lesiones de la misma y de los tejidos perirradiculares asociados (1).

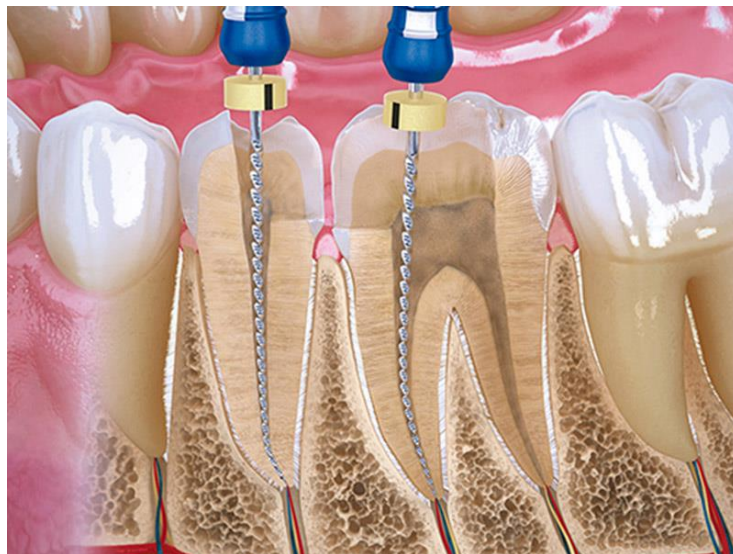


Ilustración 1 Representación de un tratamiento de conductos.

Esta imagen muestra el objetivo mecánico de la instrumentación del sistema de conductos.

El ámbito de la endodoncia incluye el diagnóstico diferencial y el tratamiento del dolor bucofacial de origen pulpar y periapical; los tratamientos para mantener la vitalidad de la

pulpa; los tratamientos de conductos radiculares cuando es inviable conservar su vitalidad o cuando existe necrosis de la misma, con o sin complicación periapical; los tratamientos quirúrgicos para eliminar los tejidos periapicales inflamatorios consecuencia de patología pulpar, así como la resección apical, la hemisección y la radicectomía; tratamiento de la afectación de la pulpa consecutiva a traumatismos, así como reimplante de dientes avulsionados; blanqueamiento de dientes con alteraciones del color; retratamiento de dientes que presentan un fracaso de un tratamiento endodóntico previo, y restauración de la corona dental mediante procedimientos que implican pernos y muñones situados en la zona antes ocupada por la pulpa (1).

Diversas organizaciones oficiales, como la asociación americana de endodoncistas⁴ y la sociedad europea de endodoncia, han establecido directrices y recomendaciones para garantizar, y poder evaluar, la calidad del diagnóstico y de las distintas terapéuticas endodónticas, así como su grado de dificultad (1).

El concepto de práctica clínica basada en la evidencia insiste en la necesidad de establecer el diagnóstico y de elegir las terapéuticas adecuadas de acuerdo con los conocimientos científicos contrastados y de publicación más reciente adquiribles en las bases de datos bibliográficos, ya que, a menudo, los propios libros sufren un desfase entre el momento en que se escriben y la fecha de su publicación. En el ámbito de la endodoncia, los cambios experimentados en los últimos años ponen de relieve la necesidad de una actualización permanente (1).

2.2. Instrumentos endodónticos

Las bandejas en endodoncia contienen numerosos elementos conocidos en odontología general, aunque algunos instrumentos de acción manual están diseñados especialmente para procedimientos endodónticos. Entre ellos se encuentran los empleados en intervenciones en el espacio pulpar, como, por ejemplo, los instrumentos manuales y motorizados para la preparación de los conductos radiculares, y los aplicados en la conformación de los conductos. Para la obturación de los espacios preparados de los conductos se utilizan instrumentos y dispositivos especiales (2).

2.2.1. Instrumentos manuales

Los instrumentos de acción manual se denominan genéricamente *limas*. Definidas por su función, las limas son instrumentos que ensanchan los conductos con movimientos de inserción y retirada apicocoronales (2).

Históricamente, los instrumentos para los conductos radiculares se fabricaban de acero al carbono. Posteriormente, el empleo de acero inoxidable mejoró notablemente la calidad de los instrumentos. Más recientemente se introdujeron las limas de tipo K fabricadas con níquel-titanio (NiTi) (2).

Al principio fueron fabricadas en serie por Kerr Manufacturing Co. a comienzos del siglo xx; de ahí el nombre de «limas K» (o *K-files*) y ensanchador K (*K-reamer*). Las limas K y los ensanchadores K se fabricaron al principio según el mismo proceso: se torsiona una pieza metálica cuadrada o triangular en su eje mayor, para producir hojas

II. INTRODUCCION

de corte parcialmente horizontales. Se pulen tres o cuatro superficies planas equiláteras a profundidades crecientes en los laterales de un fragmento de alambre, para obtener una forma piramidal. Después se estabiliza el alambre en un extremo y se gira el extremo

distal para formar el instrumento en espiral. El número de lados y espirales determina si el instrumento actúa mejor como lima o como ensanchador (2).

Generalmente, la configuración de tres lados con pocas espiras (p. ej., parte detrabajo de 16 × 16 mm) se emplea para ensanchar (es decir, cortar y ampliar los conductos con movimientos rotacionales). Una lima tiene más estrías por unidad de longitud (p. ej., 20) que un ensanchador, mientras que una configuración triangular con tres lados suele ser más flexible que una con cuatro (2).

Los instrumentos de tipo K son útiles para penetrar y ensanchar los conductos radiculares. Generalmente, el movimiento de ensanchar (es decir, rotación constante con una lima) causa menos transporte que el movimiento de limar (rotación con una lima que hace movimiento recíproco o «giratoria»), (*Transporte* o desgarró es la pérdida excesiva de dentina en la pared externa de un conducto curvado en el segmento apical, tal como se describe con detalle más adelante) (2).

2.2.2. Instrumentos rotatorios

Los instrumentos motorizados para la preparación de los conductos radiculares de acero inoxidable se han utilizado desde hace más de un siglo, en las primeras décadas sobre todo en piezas de mano que permitían movimiento alternativo (horario y antihorario). Los dos principales problemas de este tipo de instrumento eran el transporte de conductos (analizado más adelante) y la

II. INTRODUCCIÓN

fractura de las limas. Esta situación cambió con la aparición de los instrumentos rotatorios de NiTi en los inicios de los años noventa; una aleación mucho más flexible hizo posible una rotación continua y redujo tanto los errores en la preparación de los conductos como la fractura de los instrumentos en comparación con las técnicas motorizadas anteriores (2).



Ilustración 2 Anatomía de lima rotatoria.

Las limas pueden variar dependiendo su conicidad y su longitud, que puede ser de 21, 25 y 31 milímetros.

En la actualidad se han descrito más de 50 tipos de sistemas de instrumentos rotatorios, y en el futuro se desarrollarán otros más. Los instrumentos varían muy sustancialmente en diseño, aleación utilizada y movimiento de corte recomendado. Varias características integradas ayudan a evitar errores de procedimiento, favorecen la eficacia y mejoran la calidad de la conformación de los conductos (2).

Otra vía del desarrollo de instrumentos es la prevención de su fractura. Existen varias formas de modificar un instrumento de manera que sea menos propenso a romperse; por ejemplo, si se aumenta el diámetro del núcleo, se incrementará la resistencia a la torsión. Una estrategia alternativa consiste en utilizar un motor de limitación del par de torsión (que se expone más adelante). Alternativamente, puede utilizarse una conicidad nula o una parte activa casi paralela y acanalada de la lima para conductos curvos, de manera que la parte apical del conducto pueda ensancharse sin un esfuerzo innecesario en la lima y sin compresión de los residuos. Desde fechas más recientes se aplica un movimiento alternativo para los instrumentos rotatorios de NiTi con el fin de prevenir, en general, que los instrumentos se enrosquen y se rompan (2).

La mayoría de los sistemas rotatorios NiTi recomiendan la técnica de instrumentación "crown-down", y el acceso inicial con limas manuales de acero inoxidable para reducir el riesgo de fractura y transporte apical (3).

2.3. Mecanismos de separación

El impacto negativo de las limas fracturadas en el en el pronóstico del tratamiento y la dificultad para extraer la lima fracturada del conducto hacen imprescindible conocer los mecanismos de fractura de la lima (4). La fractura de los instrumentos de conducto utilizados en el movimiento rotatorio se produce de 2 maneras, la fractura causada por la torsión y la fractura causada por la fatiga cíclica (5).

II. INTRODUCCIÓN

La fractura por torsión se genera por la torsión de una lima alrededor de su eje longitudinal en un extremo, mientras que el otro extremo está fijo. Esto puede ocurrir en conductos rectos o curvos si la punta, especialmente en la preparación de conductos estrechos y constreñidos cuando la lima es susceptible de sufrir grandes cargas de torsión. El fallo por torsión se caracteriza por una carga torsional máxima y un ángulo de rotación. (6).

La fatiga cíclica se desarrolla cuando el instrumento gira libremente en un conducto curvo provocando ciclos de tensión y compresión hasta que el instrumento alcanza su límite de flexión y se fractura. La resistencia de los instrumentos rotatorios a la fatiga cíclica se ve afectada por el ángulo y el radio de curvatura del conducto, el tamaño y la conicidad del instrumento (7). La fractura por fatiga cíclica son una preocupación para los profesionales de la odontología, ya que se producen sin previo aviso. Los fabricantes se esfuerzan continuamente por desarrollar productos mejorados con propiedades físicas superiores (8), nuevos diseños, procesos de fabricación y cinemática para minimizar la aparición de fractura y crear técnicas más fáciles y rápidas que mantengan la forma original del conducto con un error iatrogénico considerablemente menor (6).

2.4. Instrumentos rotatorios experimentales

2.4.1. Hyflex CM

El sistema rotatorio Hyflex CM (Coltene Whaledent, Cuyahoga Falls, OH, USA) es un sistema de endodoncia introducido en 2011 que se fabrica con alambre de memoria controlada (CM) (DS Dental, Johnson City, TN, EE.UU.) tratando térmicamente los cables de NiTi para cambiar la temperatura de transición austenita / martensita a aproximadamente 50 ° C para que una microestructura martensítica estable sea permitida a la temperatura de la boca (9). Los instrumentos de CM NiTi se fabrican mediante un tratamiento termomecánico especial para controlar la memoria del instrumento, lo que resulta en una mayor flexibilidad, pero sin la memoria de forma de los instrumentos convencionales de NiTi (10). El sistema rotatorio Hyflex CM se coloca a un torque de 2.5 Newtons-centímetro (N cm) a una velocidad de 500 revoluciones por minuto (Rpm).



A

B



Ilustración 3 Instrumento rotatorio Hyflex CM y especificaciones.

(A) Se muestra las conicidades y para qué tipo de conductos puede utilizar. (B) Podemos observar el sistema iniciando con su abridor de lado izquierdo continuando con sus limas de ensanchado de conducto.

2.4.2. Zenflex

El sistema rotatorio Zenflex (SybronEndo, Orange, CA) Diseñada con una sección transversal triangular y un tratamiento térmico patentado, presenta una alta eficacia de corte que le permite alcanzar la longitud de trabajo completa incluso en geometrías radiculares complejas. Es capaz de preservar más estructura dental después del tratamiento del conducto radicular, debido a que el diámetro de la parte activa de la lima no supera 1mm. Con una memoria controlada excepcional, mantiene su forma precurvada, permitiendo una inserción más fácil incluso en los conductos con anatomías desafiantes (11). Este sistema tiene diferencias modificaciones a la hora de utilizarlos, ya que cada lima se utiliza con un torque y revoluciones por minuto diferentes, estos se muestran en la Figura 4 A.

A

Ajustes de par (torque) y velocidad recomendados para ZenFlex™

Tipo de lima	Velocidad (RPM)	Torque (g-cm)	Torque (N-cm)
ZenFlex 04 taper, 20 & 25 tip	500	100	1.00
ZenFlex 04 taper, 30, 35, 40, 45, 50 & 55 tip	500	300	2.94
ZenFlex 06 taper, 20 & 25 tip	500	200	1.96
ZenFlex 06 taper, 30, 35, 40, 45, 50 & 55 tip	500	350	3.43

B



C

Taper	Tip	21mm	25mm
.04	.20	818-1206	818-1207
.04	.25	818-1256	818-1257
.04	.30	818-1306	818-1307
.04	.35	818-1356	818-1357
.04	.40	818-1406	818-1407
.04	.45	818-1456	818-1457
.04	.50	818-1506	818-1507
.04	.55	818-1556	818-1557
.06	.20	818-2206	818-2207
.06	.25	818-2256	818-2257
.06	.30	818-2306	818-2307
.06	.35	818-2356	818-2357
.06	.40	818-2406	818-2407
.06	.45	818-2456	818-2457
.06	.50	818-2506	818-2507
.06	.55	818-2556	818-2557

Ilustración 4 Sistema rotatorios Zenflex y sus indicaciones.

(A) Se encuentran las indicaciones de uso respecto a su torque y rpm dependiendo la lima rotatoria que se desea utilizar. (B) Anatomía de las limas Zenflex, iniciando desde 20/0.04 a 45/0.04. (C) Variantes de conicidad y longitud en milímetros.

III. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

¿Cuál de los 2 sistemas de instrumentación rotatoria de Hyflex CM y Zenflex presenta mayor resistencia a la fatiga cíclica?

IV. JUSTIFICACIÓN

A pesar de que en la actualidad, las marcas comerciales han modificado los instrumentos rotatorios de NiTi para hacerlos más flexibles y resistentes, el fabricante recomienda utilizarse en una sola ocasión y desecharlos, por lo que en el presente estudio pretende evaluar cuál de los sistemas rotatorios soporta un mayor tiempo de trabajo, antes de exceder el límite de resistencia a la fatiga cíclica y fractura, así mismo el resultado obtenido se podrá utilizar para contribuir a disminuir la separación de instrumentos rotatorios y aumenta la tasa de éxito de los tratamientos de conductos.

V. HIPÓTESIS

5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO

El sistema rotatorio Zenflex de la casa comercial Kerr, promete una alta flexibilidad y resistencia durante su utilización en la práctica endodóntica, por lo que se estima que tendrá mayor resistencia a la fractura del instrumento en comparación a los instrumentos rotatorios Hyflex CM de la casa comercial Coltene con un nivel de confianza del 80%.

5.2. HIPÓTESIS NULA

No existe una diferencia significativa en la resistencia a la fatiga cíclica entre los instrumentos rotatorios Hyflex CM y Zenflex.

5.3. HIPÓTESIS ALTERNATIVA

Si existe una diferencia significativa en la resistencia a la fatiga cíclica entre los instrumentos rotatorios Hyflex CM y Zenflex.

VI. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Identificar cuál de los sistemas de instrumentación rotatoria Hyflex CM y Zenflex presenta una mayor resistencia a la fatiga cíclica.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar diferencias en el tiempo hasta la fractura de los diferentes instrumentos a través de la prueba de fatiga cíclica.

VII. VARIABLES

7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Tipo de instrumentos rotatorios (Hyflex CM y Zenflex).

7.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Tiempo de separación de los instrumentos rotatorios.

7.3. OPERACIÓN DE VARIABLES

Se seleccionaron 2 grupos de instrumentos rotatorios de NiTi de similares calibres: fueron seleccionados 40 instrumentos nuevos: HyFlexCM (Coltene/Whaledent, Altstätten, Switzerland) con una medida de 25 mm y con 2 diferentes conicidades, se utilizaron 10 limas 20/0.06 y 10 limas 25/0.06. También, se seleccionaron Instrumentos Zenflex (SybronEndo, Orange, CA) con una medida de 25 mm y con 2 diferentes conicidades, se utilizaron 10 limas 20/0.06 y 10 limas 25/0.06.

Para realizar las pruebas, se utilizó un dispositivo, el cual, presenta una estructura especial para la fijación del contrángulo, con el que se podía controlar la inserción del instrumento dentro del dispositivo metálico.

Todos los instrumentos se colocaron a una longitud de trabajo de 20 mm y fueron activados hasta que ocurrió la fractura, y el tiempo hasta la fractura fue grabado visualmente para evitar el error humano y se utilizó un cronómetro digital para cada uno de los instrumentos. La fractura fue fácilmente detectable por que los

VII. VARIABLES

instrumentos eran visibles a través de una ventana transparente en el dispositivo mecánico.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. TIPO DE ESTUDIO

Experimental

8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO

40 instrumentos rotatorios de NiTi:

Grupo 1: 10 limas Zenflex 20 0.06

Grupo 2: 10 limas Zenflex 25 0.06

Grupo 3: 10 limas Hyflex 20 0.06

Grupo 4: 10 limas Hyflex 25 0.06

8.3. MATERIALES E INSTRUMENTAL

10 limas rotatorias Hyflex CM 20/0.06, 10 limas rotatorias Hyflex CM 25/0.06, 10 limas rotatorias Zenflex 20/0.06, 10 limas rotatorias Zenflex 25/0.06, Microscopio óptico, Cámara digital, Modelo metálico de acero inoxidable con conducto prefabricado, con un radio de curvatura de 5mm y una angulación de curvatura de 60 °, Ultrasonido Motor XSMART PLUS de la casa comercial Dentsply Maillefer, Cronómetro digital.

8.4. METODOLOGÍA

Para este estudio fueron seleccionados 2 grupos de instrumentos rotatorios de NiTi de similares calibres: fueron seleccionados 40 instrumentos nuevos: HyFlex CM (Coltene/Whaledent, Altstätten, Switzerland) con una medida de 25 mm y con 2 diferentes conicidades, se utilizaron 10 limas 20/0.06 y 10 limas 25/0.06. También, se seleccionaron Instrumentos Zenflex (SybronEndo, Orange, CA) con una medida de 25 mm y con 2 diferentes conicidades, se utilizaron 10 limas 20/0.06 y 10 limas 25/0.06.

8.4.1. Análisis de las muestras

Todos los instrumentos fueron analizados individualmente bajo el microscopio óptico para asegurar que ninguno tuviera algún defecto de fábrica o alguna anomalía. Una vez analizados fueron colocados en una máquina de ultrasonido para eliminar residuos mediante vibraciones ultrasónicas. Después, fueron sumergidos en alcohol por 1 minuto para eliminar cualquier tipo de residuo que pudieran llegar a presentar sobre la superficie de la lima y se colocaron en un ciclo de esterilizado en autoclave con calor húmedo. Posteriormente, todas las muestras se les realizó una inspección morfológica en el microscopio metalográfico invertido Nikon eclipse bajo 2 magnificaciones 50X. 100X.

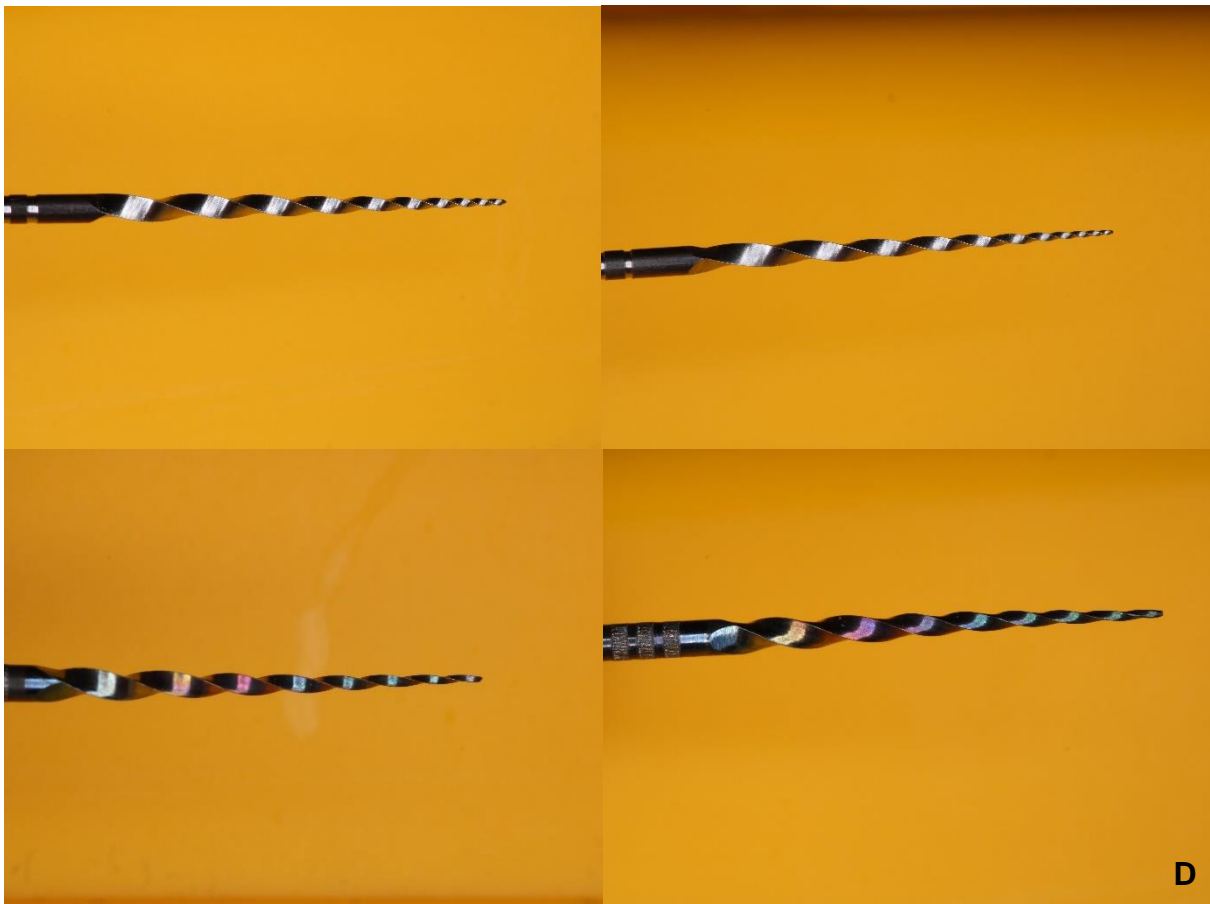


Ilustración 5 Fotografía de limas rotatorias

Se tomaron fotografías bajo microscopio de las limas rotatorias para verificar que estas no presentaran defectos. (A) lima rotatoria Zenflex 20 0.06, (B) lima rotatoria Zenflex 25 0.06, (C) lima Hyflex CM 20 0.06, (D) lima Hyflex CM 25 0.06.

Las pruebas de fatiga cíclica se realizaron en las instalaciones de la corporación Kavo Kerr, en la ciudad de Orange, California, bajo la supervisión del Dr. Carlos Muñoz. Los instrumentos fueron sometidos a la prueba de resistencia a la fatiga cíclica utilizando un dispositivo mecánico desarrollado exclusivamente para este propósito y ha sido utilizado en estudios similares. Este aparato le permite al instrumento girar libremente dentro de un conducto de acero inoxidable simulando

un conducto con 60 ° de curvatura y 5 mm de radio de curvatura. Para reducir la fricción mientras el instrumento contacta con la superficie del dispositivo.

8.4.2. Prueba de resistencia a la fatiga cíclica

Todos los instrumentos fueron activados utilizando una pieza de mano de reducción 6:1 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), activada por un motor con control de torque (X smart plus, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), siguiendo las indicaciones de uso recomendadas por los fabricantes. Para realizar las pruebas, se utilizó un dispositivo, el cual, presenta una estructura especial para la fijación del contrángulo, con el que se podía controlar la inserción del instrumento dentro del dispositivo metálico.

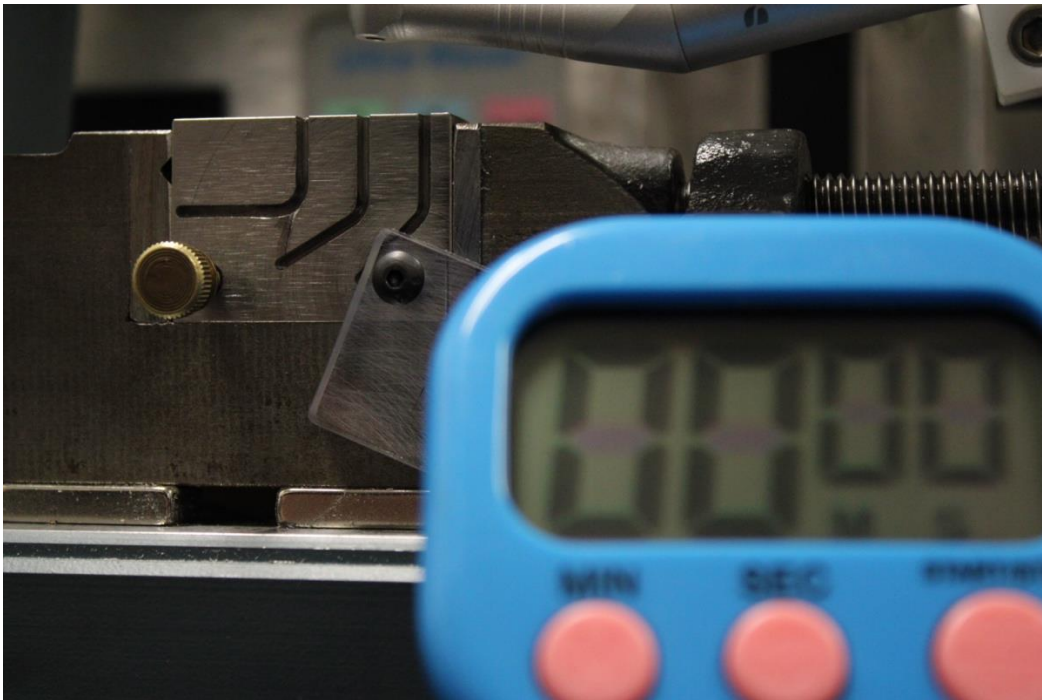


Ilustración 6 Protocolo de experimentacion

IX. METODOLOGIA

Todos los instrumentos se colocaron a una longitud de trabajo de 20 mm y fueron activados hasta que ocurrió la fractura, y el tiempo hasta la fractura fue grabado visualmente para evitar el error humano y se utilizó un cronómetro digital para cada uno de los instrumentos. La fractura fue fácilmente detectable por que los instrumentos eran visibles a través de una ventana transparente en el dispositivo mecánico.

El número de ciclos hasta la fractura (NCF) para cada instrumento fue calculado multiplicando el tiempo (en segundos) por el número de rotaciones o ciclos por segundo, independientemente de la dirección de rotación. Para determinar el tipo de fractura, origen de la fractura, así como los planos de fractura que sufrió cada instrumento, los segmentos separados, así como las limas, fueron analizadas bajo microscopio electrónico de barrido.

IX. RESULTADOS

Análisis estadístico

Se realiza análisis descriptivo y estadístico con la ayuda del software SPSS Statistics versión 29.

*Tesis.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Aplicación de búsqueda

Muestra	Limas	Tiempo	ZenflexvsHyflex	Zenflex20vsH	Zenflex25vsH	Hyflex20vsZ	Hyflex25vsZ
1	Z1	77	1	1	.	2	2
2	Z2	74	1	1	.	2	2
3	Z3	79	1	1	.	2	2
4	Z4	71	1	1	.	2	2
5	Z5	91	1	1	.	2	2
6	Z6	67	1	1	.	2	2
7	Z7	64	1	1	.	2	2
8	Z8	71	1	1	.	2	2
9	Z9	71	1	1	.	2	2
10	Z10	84	1	1	.	2	2
11	Z11	87	1	.	1	2	2
12	Z12	65	1	.	1	2	2
13	Z13	82	1	.	1	2	2
14	Z14	74	1	.	1	2	2
15	Z15	60	1	.	1	2	2
16	Z16	70	1	.	1	2	2
17	Z17	63	1	.	1	2	2
18	Z18	93	1	.	1	2	2
19	Z19	100	1	.	1	2	2
20	Z20	93	1	.	1	2	2
21	H1	54	2	2	2	1	.
22	H2	65	2	2	2	1	.
23	H3	100	2	2	2	1	.
24	H4	110	2	2	2	1	.
25	H5	85	2	2	2	1	.
26	H6	59	2	2	2	1	.
27	H7	117	2	2	2	1	.
28	H8	101	2	2	2	1	.
29	H9	96	2	2	2	1	.
30	H10	115	2	2	2	1	.
31	H11	73	2	2	2	.	1
32	H12	68	2	2	2	.	1
33	H13	88	2	2	2	.	1
34	H14	128	2	2	2	.	1
35	H15	121	2	2	2	.	1
36	H16	114	2	2	2	.	1
37	H17	142	2	2	2	.	1
38	H18	68	2	2	2	.	1
39	H19	114	2	2	2	.	1
40	H20	35	2	2	2	.	1

Visión general **Vista de datos** Vista de variables

Ilustración 7 Vaciado de datos en SPSS Statistics

Se observa la colocación de las muestras en el programa SPSS Statistics colocadas en sus respectivas variables, las cuales fueron Limas, Tiempo y se subdividieron en otros 5 grupos.

IX. METODOLOGIA

En las siguientes tablas se puede observar el análisis descriptivo de los 4 grupos de los sistemas rotatorios, donde la media tiene un alto impacto para este estudio.

Estadísticos descriptivos

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Tiempo de fractura en segundos	10	27	64	91	74.90	8.103
Zenflex 20.06	10					

Tabla 1

Estadísticos descriptivos

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Tiempo de fractura en segundos	10	40	60	100	78.70	14.236
Zenflex 25.06	10					

Tabla 2

Estadísticos descriptivos

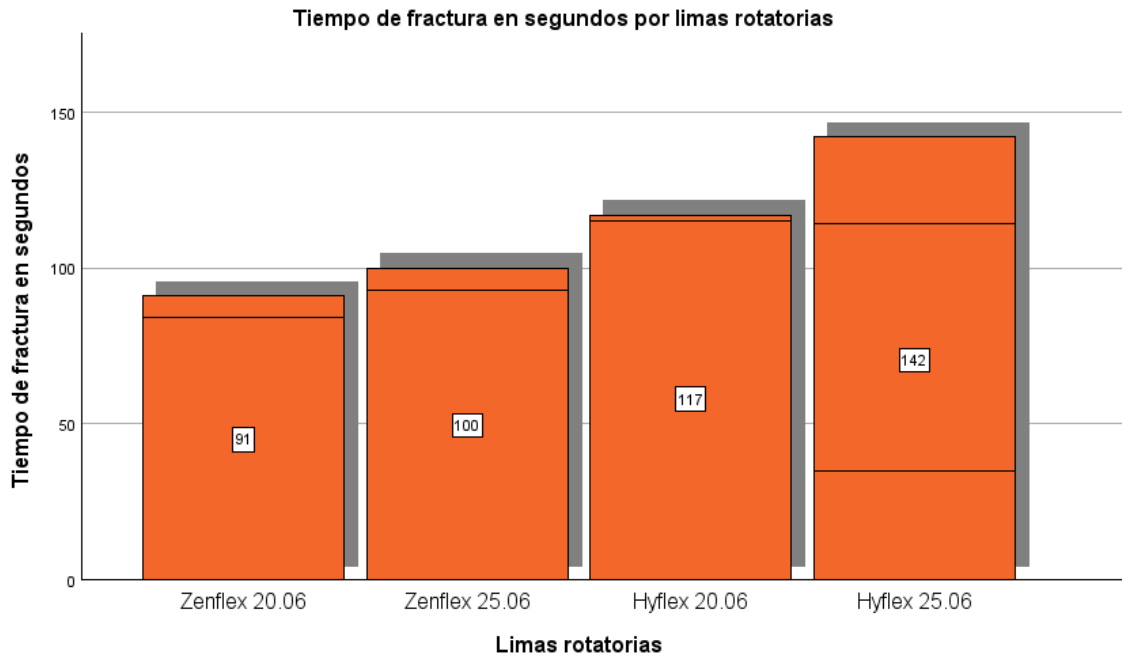
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Tiempo de fractura en segundos	10	63	54	117	90.20	23.375
Hyflex 20.06	10					

Tabla 3

Estadísticos descriptivos

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Tiempo de fractura en segundos	10	107	35	142	95.10	33.808
Hyflex 25.06	10					

Tabla 4



Grafica 1 Resultado máxima del tiempo de los instrumentos

Se muestra la máxima del tiempo de fractura de los instrumentos en segundos.

Análisis inferencial

Se realizó la prueba de análisis de varianza de una vía (ANOVA), usando la variable LIMAS ROTATORIAS como independiente o factor, y la variable TIEMPO DE FRACTURA EN SEGUNDOS como dependiente. Se utilizó un nivel de significancia del 5%. Se obtienen los siguientes resultados:

ANOVA

Tiempo de fractura en segundos

	Suma de los cuadrados	df	Cuadrado de la media	F	Sig.
Entre Grupos	2704.475	3	901.492	1.842	.157
Dentro Grupos	17619.500	36	489.431		
Total	20323.975	39			

Tabla 5

El análisis de las medias a través de la prueba ANOVA nos muestra que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($F(3,39) = 1.842$, $p = .157$) o ($p > 0.05$).

IX. METODOLOGIA

Después de analizar las limas rotatorias fracturadas se observó que la mayoría de estas presentaron una fractura horizontal. Estas fracturas se dieron justo donde se presentaba la mayor fricción en el punto de contacto entre las limas rotatorias y la curvatura de el cubo de acero que simula el conducto de 60 °.

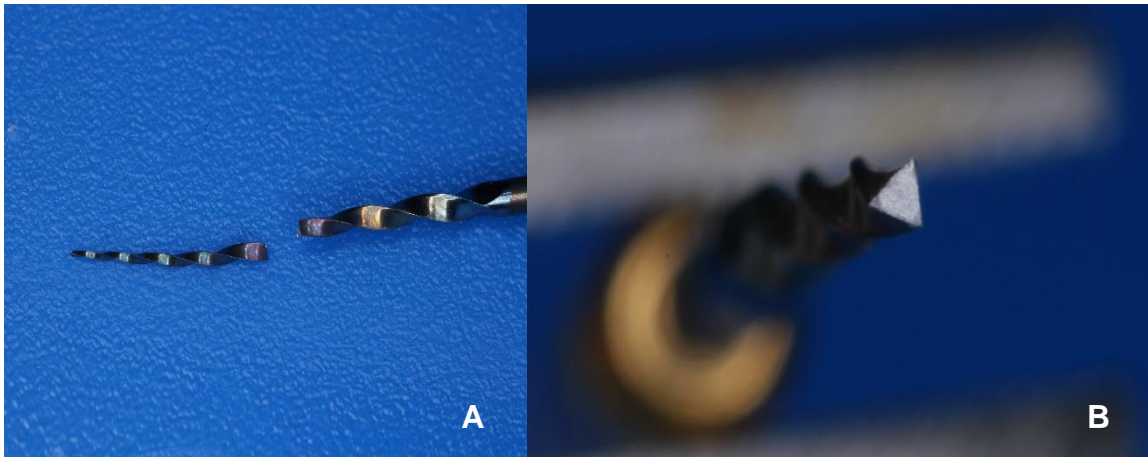


Ilustración 8 Muestras de instrumento rotatorio fracturado

(A) En esta imagen se observa una lima rotatoria Hyflex CM 25 0.06 fracturada en 2 porciones, (B) se aprecia la fractura horizontal de la misma lima Hyflex CM.

X. DISCUSIÓN

En este estudio presentado se realizaron pruebas para comparar la resistencia a la fatiga cíclica de 2 sistemas rotatorios en movimiento continuo. Los resultados arrojados se encontraron con que no hay diferencia significativa entre los Zenflex y Hyflex, y si hay diferencia significativa en el grupo de Hyflex donde se encontró una mayor resistencia a la fatiga en este último.

Es posible que el material de fabricación de cada sistema y los tratamientos realizados en cada instrumento participe en un papel importante en cuanto a resistencia de estos instrumentos además de que el tiempo de o las revoluciones por minuto de cada uno de estos alteren la temperatura y la resistencia de los sistemas.

En 2015 se evaluó la resistencia a la fatiga cíclica de 3 sistemas rotatorios El objetivo de este estudio fue comparar la resistencia de los sistemas PTG, PTN y PTU. Un modelo estático simulando un conducto se utilizó para minimizar el efecto de las variables en fractura del instrumento. Varios factores, incluido el tipo de aleación metálica (12).

XI. CONCLUSIONES

En la experimentación demostrada en este estudio comparativo se indica que el sistema rotatorio Hyflex CM resiste más a la fractura de los instrumentos en comparación a las limas rotatorias Zenflex.

De igual forma en este estudio se evalúa la resistencia a la fatiga cíclica, uno de los factores que tenemos que tomar en cuenta, pero no el único en cuanto al uso de estos instrumentos rotatorios. Una de las limitaciones es que precisamente se evaluó la separación a la fatiga cíclica, aunque debemos de tomar en cuenta la separación por torsión.

En este estudio, se obtuvo como resultado la hipótesis nula, ya que en los análisis descriptivos no existió una diferencia significativa entre los 2 sistemas rotatorios, sin embargo, en el análisis anova sí existió una diferencia significativa en el grupo de limas rotatorias Hyflex CM debido a que estas soportaron más a la fatiga cíclica logrando tener un mayor tiempo de trabajo.

Se tiene que tomar en consideración los diferentes factores, como reutilizar los instrumentos, las anatomías complejas del sistema de conductos radiculares, la temperatura corporal y la cantidad de agente irrigante que se usa para la lubricación y desinfección.

XII. RECOMENDACIONES

El uso de los instrumentos rotatorios en el campo endodóntico es una de muchas ventajas que se han creado en la actualidad. Así pues, el uso consciente de cada uno de los instrumentos de acuerdo con las instrucciones que dicta la casa comercial.

Al momento de elegir un sistema rotatorio debemos evaluar diferentes factores como lo son su resistencia, su forma geométrica y o el ángulo de corte; además de la habilidad del operador para realizar diferentes tratamientos endodónticos, de igual forma su costo-calidad y que respete la anatomía radicular.

XIII. BIBLIOGRAFÍAS

1. Canalda C, Brau E. Endodoncia. Técnicas Clínicas y Bases Biológicas. 2014. 220 p.
2. Kenneth M. Hargreves LHB. Cohen Vias de la Pulpa 11 edición. 11AD;3612.
3. De Oliveira Alves V, Da Silveira Bueno CE, Cunha RS, Pinheiro SL, Fontana CE, De Martin AS. Comparison among manual instruments and pathfile and mtwo rotary instruments to create a glide path in the root canal preparation of curved canals. J Endod. 2012;38(1):117–20.
4. Jamleh A, Alghaihab A, Alfadley A, Alfawaz H, Alqedairi A, Alfouzan K. Cyclic Fatigue and Torsional Failure of EdgeTaper Platinum Endodontic Files at Simulated Body Temperature. J Endod [Internet]. 2019;45(5):611–4. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.02.008>
5. Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G, Akti A, Düzgün S. In Vitro Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of ProTaper Next, HyFlex CM, OneShape, and ProTaper Universal Instruments in a Canal with a Double Curvature. J Endod. 2016;42(6):969–71.
6. Pedullà E, Lo Savio F, Boninelli S, Plotino G, Grande NM, La Rosa G, et al. Torsional and Cyclic Fatigue Resistance of a New Nickel-Titanium Instrument Manufactured by Electrical Discharge Machining. J Endod. 2016;42(1):156–9.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

7. Higuera O, Plotino G, Tocci L, Carrillo G, Gambarini G, Jaramillo DE. Cyclic fatigue resistance of 3 different nickel-titanium reciprocating instruments in artificial canals. *J Endod*. 2015;41(6):913–5.
8. Palareti G, Legnani C, Cosmi B, Antonucci E, Erba N, Poli D, et al. Comparison between different D-Dimer cutoff values to assess the individual risk of recurrent venous thromboembolism: Analysis of results obtained in the DULCIS study. *Int J Lab Hematol*. 2016;38(1):42–9.
9. Pirani C, Iacono F, Generali L, Sassatelli P, Nucci C, Lusvarghi L, et al. HyFlex EDM: Superficial features, metallurgical analysis and fatigue resistance of innovative electro discharge machined NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2016;49(5):483–93.
10. Alfoqom Alazemi M, Bryant ST, Dummer PMH. Deformation of HyFlex CM instruments and their shape recovery following heat sterilization. *Int Endod J*. 2015;48(6):593–601.
11. Corte AE De, Excepcional R, Excelente F. Resistencia Máxima. Mínimamente Invasiva.
12. Gao Y, Gutmann JL, Wilkinson K, Maxwell R, Ammon D. Evaluation of the BIBLIOGRAFÍA 42 impact of raw materials on the fatigue and mechanical properties of profile vortex rotary instruments. *J Endod* [Internet]. 2012;38(3):398–401. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.11.004>.