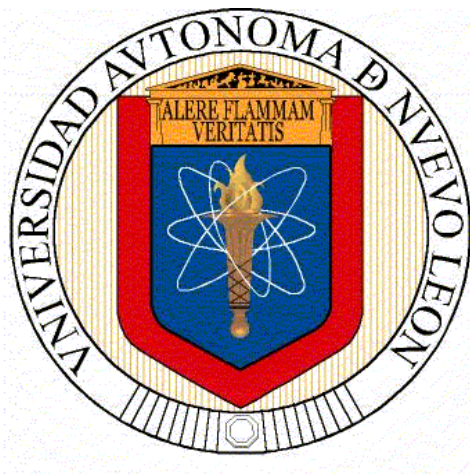


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**



TESIS

**FUERZA RESULTANTE DE RESORTES DE NITI Y TMA EN FÉRULA PARA
DISTALIZACIÓN CONSIDERANDO LA FRICCIÓN**

**POR:
HECTOR DE LA GARZA CAMARGO**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRÍA EN ORTODONCIA**

JUNIO 2015

C.D. E.O. **Roberto José Carrillo González** PhD
Director De Tesis

C.D. E.O. **Hilda H. H. Torre Martínez** PhD
Asesor Científico

ING. **Héctor Treviño Reyes**
Asesor Manufactura Y Diseño

ING. **Rodrigo Cedillo García**
DR. **Eduardo Ramírez Vargas**
Asesores Pruebas Mecánicas y Mediciones en Laboratorio:

L.F.M. M.C. **Roberto Mercado Hernández** PhD
M.S.P. **Gustavo Israel Martínez González**
Asesores Estadísticos

M.M.C. **Dagoberto Silva Fernández**
Asesor De Redacción

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo representa el esfuerzo que muchas personas realizaron para que un servidor lograra rebasar una meta puesta en su camino. Deseo utilizar este medio para manifestar mi gratitud hacia cada una de esas importantes personas que influyeron en mi trayectoria profesional y crecimiento espiritual.

A Dios, que incondicionalmente siempre está a mi lado...

A mis padres Audon y Carolina, la mejor herencia que me han dado ha sido el cariño, la comprensión y el incansable apoyo para continuar mi educación.

A mi esposa Miriam, por estar siempre a mi lado en cada momento que conforman nuestras vidas, por lo dulce y lo amargo que día a día nos vuelven más unidos.

A mi hermano Oscar, porque siempre ha sabido darme palabras de aliento aun cuando en múltiples ocasiones he dejado de creer en mí.

A mis grandes amigos, solo con su apoyo inició este camino; Luis Leal, Valeria Guerrero, José Salazar Canales, Wulfrano Sánchez, David Calvillo, Guillermo Corpi, Francisco Gutiérrez, Jairo Mariel, Ma. Esther Navarro.

A mis asesores, Dr. Roberto Carrillo González gracias por darme la oportunidad de desarrollar este proyecto. Ing. Héctor Treviño Reyes (SERMEC S.A. de C.V.) gracias por su tiempo y el constante aporte de ideas. Ing. Rodrigo Cedillo García y Dr. Eduardo Ramírez Vargas (CIQA) gracias por el apoyo en los procesos de medición. A mis asesores estadísticos, metodológico y de redacción agradezco el mejorar las ideas que plasmé.

Agradezco a la planta de docentes del posgrado y los trabajadores administrativos que me apoyaron en el transcurso de este ciclo.

Agradezco a Dios que ha puesto en mi camino a los amigos que llenan de risas gran cantidad de momentos. Jesús y Astrid, Gerardo y Lucy, Ramón y Ana.

ÍNDICE

PÁGINA

1) Introducción	1
2) Antecedentes	2
2.1) Aparatología de distalización extraoral	3
Arco extraoral	4
2.2) Aparatología de distalización intraoral	5
Aparatología de distalización maxilar odontosoportada	5
Doblez de segundo orden	5
Arco de utilidad de Ricketts	5
Técnica de anclaje inverso de Carriere	6
Técnica de Mulligan	6
Técnica de MEAW	6
Aparatología de distalización maxilar mucoodontosoportada	7
ACCO	7
Placa de Benac	7
Péndulo	7
Distalizador molar de Belussi	8
Aparatología para distalización maxilar implantosoportados	8
El papel de los resortes en la distalización	8
Aparatología para la distalización con resortes	9
Sistema de distalización del Dr. Gianelly	9
Arco maxilar de distalización bimetrica	9
Distalizador unilateral	10
Distalizador molar Greenfield	10
Distal Jet	10
DMJ – 2000	11
Jasper Jumper	11
Trípode	11
Jones Jig	12
Eureka Spring	12
Distalizador molar removible splint	12
Técnica de Vlock	13
First Class	13
3) Marco de referencia	13
4) Hipótesis	15
5) Objetivos	16
6) Materiales y métodos	17
7) Resultados	21
8) Discusión	26
9) Conclusión	28
10) Bibliografía	30

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Odontología
Posgrado de Ortodoncia
M.E. Hector de la Garza Camargo
Candidato al grado de Maestría en Ortodoncia

Fuerza resultante de resortes de NiTi y TMA en férula para distalización
considerando la fricción.

I. RESUMEN

Propósito: Cuantificar la fuerza de los resortes de NiTi y TMA en diferentes calibres, considerando la fricción que ejercen los componentes de la férula de distalización.

Materiales y métodos: Se utilizaron 528 resortes de 2 aleaciones (NiTi y TMA) en 6 calibres diferentes, (.012", .014", .016", .018", .020", .022") 3 segmentos de férula de distalización y un vástago para cuantificar la fricción en el desplazamiento. Las pruebas se realizaron en una máquina de tracción universal MTS Criterion® Modelo 43 con una celda de 5 kN.

Se realizó la comparación de fuerzas entre los grupos de resortes de NiTi, así como entre los grupos de resortes de TMA mediante el análisis no paramétrico de Friedman con $P=0.000$

Se utilizó el análisis no paramétrico de Wilcoxon, con $P=0.000$, para comparar las fuerzas entre los grupos de diferentes aleaciones con un mismo calibre.

Posteriormente se cruzaron los resultados obtenidos en el análisis de fricción, mediante la prueba no paramétrica de Friedman con $P=0.000$

Resultados: Se encontró alta diferencia significativa al comparar la fuerza proporcionada por los resortes de NiTi de diferentes calibres entre sí, con $P=0.000$; también se registró alta diferencia significativa al comparar la fuerza proporcionada por los resortes de TMA de diferentes calibres entre sí, con un valor $P=0.000$. El análisis comparativo entre la fuerza que proporcionan los resortes de NiTi contra los resortes de TMA en cada uno de los diferentes calibres evaluados, mostró alta diferencia significativa dando como resultado $P=0.000$

Se analizó en una segunda fase la fricción que se genera al desplazamiento entre los componentes de la férula utilizando tracción excéntrica y tracción sobre su eje; obteniendo como resultado alta diferencia significativa entre los 5 grupos analizados con la prueba no paramétrica de Friedman con $P=0.000$

Conclusiones: Se acepta la hipótesis de trabajo al encontrar los resortes de calibres superiores a .020" para TMA y .022" en NiTi, aptos para realizar distalización de segmentos posteriores aún cuando existe fricción entre los componentes de la férula de distalización, considerando no exceder la fuerza excéntrica de 3 mm del eje de inserción entre los componentes de la misma.

Director de tesis: _____

C.D. E.O. Roberto José Carrillo González PhD

1) INTRODUCCIÓN

Las férulas de distalización son aditamentos que se utilizan en ortodoncia para distalar los sectores posteriores superiores y ayudar a corregir la posición de los órganos dentarios.

Por lo cual, es importante el comportamiento tribológico de las férulas; se propuso con el presente estudio evaluar la fuerza ideal para realizar los movimientos con seguridad y obteniendo el mejor efecto sin dañar al individuo.

Con los sistemas de distalización se hace uso de resortes en aleaciones que poseen propiedades finitas como baja carga por deflexión, alto índice de recuperación elástica, rango elástico amplio, entre otras. Las diferentes compañías se han encargado de la manufactura de estos nuevos materiales incorporándolos a los diferentes sistemas de distalización o proponiendo nuevos métodos. Sin embargo es indispensable realizar estudios que permita cuantificar la fuerza que ejercen estos dispositivos.

Por tal razón, se realizó el presente trabajo de investigación *in vitro*, el cual cuantificó la fuerza de los resortes de dos aleaciones frecuentemente utilizadas en los procesos de distalización: níquel – titanio (NiTi) y titanio - molibdeno (TMA) en diferentes calibres. Estos datos serán restados a la fricción que ejercen los componentes de la férula de distalización, ya que ésta constituye una fuerza contraria al movimiento de distalización, obteniendo así una fuerza resultante que da lugar a realizar el proceso de distalización de una manera más controlada y segura.

Con los datos obtenidos es posible estandarizar la fuerza que se desea aplicar con base en el tamaño del segmento a tratar, esto ayudará al clínico a lograr los movimientos requeridos utilizando fuerzas adecuadas para conseguir el posicionamiento de los órganos dentarios maxilares que se considere más adecuado, obteniendo el menor tiempo posible para evitar tratamientos muy largos.

Con lo anterior se disminuirá el lapso en el sillón dental, beneficiando al paciente ya que se reducirá el tiempo de tratamiento, así como al ortodoncista quien recibirá el impacto por lograr tratamientos terminados en menor tiempo y las clínicas y operatorios podrán utilizarse atendiendo un mayor número de pacientes.

2) ANTECEDENTES

La distalización de los molares maxilares es una de las modalidades de tratamiento en las maloclusiones de clase II esqueléticas y dentales. El objetivo es convertir una relación de distoclusión en una neutroclusión y resolver el apiñamiento anterosuperior mediante el desplazamiento de los molares hacia distal en las etapas iniciales del tratamiento (González y Fernández, 2003); para lo cual se han diseñado infinidad de dispositivos tanto extraorales como intraorales, dando paso a un subgrupo en donde es posible clasificarlos con base en los tejidos de los cuales se soportan; como son odontosoportados, mucododontoportados, e implantosoportados.

El sistema ideal para distalizar molares debe cumplir los siguientes criterios: requerir la mínima colaboración del paciente, estética y confort aceptables, mínima pérdida de anclaje, movimiento en cuerpo de los molares, mínimos tiempos de consulta y fácil higiene (Oberti y cols, 2010).

Dentro de la incidencia de las maloclusiones clase II que son aptos para realizar el procedimiento de distalización de molares se encuentran los pacientes con maloclusiones de clase II, de tipo dental uni o bilateral con sobremordida horizontal aumentada por protrusión dentoalveolar superior, idealmente, en dentición mixta o permanente temprana con problemas esqueléticos mínimos, en individuos con crecimiento normal o hipodivergentes, en apiñamientos anteriores, en caninos ectópicos superiores, en apiñamientos leves y moderados

del arco inferior y en pacientes que no acepten las extracciones como alternativa de tratamiento(Rodríguez y cols, 2007).

El tratamiento opcional para pacientes clase II esquelética sin crecimiento, incluyen tratamiento de camuflaje y/o corrección quirúrgica (Yoon-Jeong y cols, 2011).

En tratamientos de camuflaje, los premolares son extraídos para resolver el apiñamiento, establecer una correcta protrusión y una oclusión apropiada. El espacio creado por desgastes interproximales y la corrección de la relación molar clase II mediante distalización molar puede ser una alternativa de tratamiento. (Ciger y cols, 2005). Recientemente, los miniimplantes y miniplacas han comenzado a utilizarse ampliamente para el tratamiento de problemas clase II (Jeon y cols, 2006).

Para establecer un análisis más amplio y organizado, se realizó una clasificación con base en los tejidos que soportan los aparatos para realizar distalización, dando como resultado lo siguiente:

- Aparatología de distalización extraoral
- Aparatología de distalización intraoral
 - Odontosoportada
 - Mucosoportada
 - Mucoodontosoportada
 - Implantosoportada

2.1) Aparatología de distalización extraoral

El distalizador más común de los molares maxilares es hasta ahora la tracción extraoral, la cual ha sido ampliamente descrita por Cellier (Cellier y Barton, 1972), Kingsley (Kingsley, 1875) y Farrar (Farrar, 1886) en el siglo pasado,

marcando claramente como objetivo, realizar control en la dirección del crecimiento, mantenimiento del anclaje y distalización de molares superiores.

Sin embargo, al igual que otros aparatos, como la placa removible de Cetlin (Cetlin y Ten-Hoeve, 1983), la placa de Benac, las placas activas con tornillos, entre otros, necesitan colaboración total del paciente, lo cual pone en peligro el éxito, duración y costo del tratamiento (Ciro y cols, 2011).

Arco extraoral: Método descrito por Kingsley que ha transitado por épocas de auge y abandono. Tiene como principio que el vector de fuerza pase por el centro de resistencia del molar, dando como resultado la distalización de dicho órgano dentario. El componente interno de este dispositivo se ancla en los tubos de los primeros molares superiores. La parte externa del arco se conecta a una cinta elástica que se extiende a la región que proporciona el anclaje. Existen 3 formas básicas para obtener anclaje para este dispositivo con base en necesidades del paciente.

Tracción alta: Utilizado para pacientes con crecimiento facial vertical, provee un mayor control vertical al evitar extrusión molar. El arco extraoral se sujeta a un aditamento occipital para producir un vector de fuerza más vertical. Este tipo de anclaje puede disminuir el desarrollo vertical del maxilar, permitiendo por lo tanto una anterorrotación de la mandíbula y maximizando la expresión del componente horizontal del crecimiento mandibular (Tweed, 1966).

Tracción media: Este anclaje se realiza sujetando el arco facial a una tira cervical y un cabezal.

Tracción baja: Utilizado para pacientes con crecimiento facial horizontal, permite una sobreerupción de los primeros molares.

Ventajas: Utilización a temprana edad, control vertical mediante la selección de la zona donde se realiza el anclaje.

Desventajas: Antiestético, requiere máxima cooperación del paciente.

2.2) Aparatología de distalización intraoral.

El punto más vulnerable de muchos procedimientos en el tratamiento temprano es la cooperación del paciente. La habilidad de motivar al paciente a utilizar de manera adecuada por el tiempo necesario y cuidar la aparatología ortodóntica es un componente fundamental que de estar presente acercaría al éxito en los tratamientos que se realicen en este sentido.

La aparatología intraoral surge debido a la necesidad de solucionar el problema que presenta la falta de cooperación del paciente; estos sistemas biomecánicos ofrecen la capacidad de liberar fuerzas ligeras y constantes con un amplio rango de activación, promoviendo así reacciones adecuadas en los tejidos circundantes (Sfondrini y cols, 2002).

- **Aparatología para distalización maxilar odontosoportada.**

Doblez de Segundo Orden: Uno de los métodos auxiliares mediante el alambre de ortodoncia más comúnmente utilizados para distalizar molares, es la utilización de los dobleces de segundo orden o doblez de inclinación distal. Este método es utilizado en las técnicas de arco de canto o Edgewise, (Strang, 2002) aún cuando el doblez del alambre proporciona en sentido estricto, una inclinación de la corona en dirección distal, al añadir elásticos intermaxilares y mantener el doblez de inclinación distal, se logrará desplazar los ápices en la misma dirección, produciendo así distalización del molar.

Arco de utilidad de Ricketts: (Ricketts, 1991) Es un elemento utilizado en las etapas iniciales de tratamiento con la técnica bioprogresiva. Un concepto propuesto por Ricketts es que los molares pueden ser movidos hacia distal mediante presión ligera, ocasionando poco daño. La fabricación del arco de utilidad se realiza con un alambre de aleación

cromo - cobalto (CrCo) tipo Elgiloy azul, en calibre .016" x .016", con el objetivo de generar una fuerza ligera que permanezca en un rango de 50 a 75 gramos (Quiroz, 2003).

Técnica de anclaje inverso de Carriere: (Carriere, 1990) Mediante el uso de dobleces en el arco y arcos seccionales esta técnica contempla la distalización de segmentos maxilares superiores, primordialmente en los casos donde hubo pérdida de espacio por migración mesial del primer molar superior. Este método propone colocar un segmento de arco calibre .016" x .022" con un gancho hacia mesial y un omega en distal. La porción mesial por delante del canino presenta una curva ascendente que termina en un gancho en la parte gingival, la cual deberá ser curvada ligeramente hacia adentro con la finalidad de prevenir lesiones en mucosa. El doblez en la punta permite el uso de elásticos clase II. El arco seccional se liga al tubo del molar superior manteniendo el omega justo al tubo.

Técnica de Mulligan: (Mulligan, 1982) Torque diferencial: Esta técnica describe el uso razonable del doblez de inclinación distal. Se confecciona un arco en cuyos extremos distales se realiza un doblez de inclinación distal, dejando dos brazos, uno corto y uno largo, produciendo así momentos desiguales. Según Mulligan los molares inclinados hacia distal por los dobleces de inclinación distal, mientras se enderezan, siguen erupcionando a lo largo de un nuevo eje longitudinal y, por lo tanto, proporcionan una ganancia de espacio entre 1.0 y 1.5 mm cuando terminan de enderezarse.

Técnica de MEAW (Multiloop Edgewise Archwire): (Kim y Han, 2001) Esta técnica fue creada en 1967 por el Dr. Young H Kim, pensada inicialmente para mordidas abiertas, sin embargo la biomecánica utilizada también puede dar resultados de distalización en piezas posteriores. La

base de este método parte de un alambre multiloops .016 x .022 de acero en un bracket con ranura .018. Los loops en forma de “L” comienzan en distal de los incisivos laterales; en el alambre para distalizar las piezas posteriores se activan desde los primeros premolares hasta el segundo molar, comprimiéndolos y poniéndolos a tope en mesial de cada bracket.

- **Aparatología para distalización maxilar mucoodontosoportado.**

ACCO (Acrylic Cervical Occipital): (Maino y cols, 2006) Este dispositivo desarrollado por el Dr. Margolis, es una modificación de un retenedor Hawley, con un agregado de ganchos activos lo más apical posible en las zonas mesiales de molares para realizar distalización. Esta placa removible aplica una fuerza de distalización continua sobre el molar, la fuerza recíproca se disipa a través de la base acrílica en el paladar y los dientes del maxilar superior.

Placa de Benac: Dispositivo removible que constituye una de las técnicas más antiguas empleadas para distalización dental. Cuenta con una serie de ganchos de 0.9 mm en forma de punta de flecha, los cuales al activarse permitirán un movimiento hacia distal en los molares (Feijo, 1980)

Péndulo. Este dispositivo consta de 2 resortes de titanio/molibdeno de 0.032” anclados en la parte dorsal de un botón de Nance, el cual previo a ser insertado en las cajuelas palatinas de las bandas de los molares maxilares, debe ser activado. El aparato básico está diseñado con 4 apoyos oclusales unidos en el botón que van apoyados en los molares deciduos o a los primeros y segundos premolares permanentes. (Hilgers, 1992)

Las ventajas del péndulo son permitir distalizar unilateral o bilateralmente molares superiores, es tolerado por el paciente, no invasivo y no produce dolor o molestias.

TMA, se aplica oclusalmente con respecto al centro de resistencia de los molares, por lo tanto, estos no se distalizan en cuerpo sino que las coronas se inclinan un poco. La distalización de los molares no se produce en forma lineal y es inevitable que ocurra rotación mesiovestibular (Ciro y cols, 2011); otra desventaja es la pérdida de anclaje anterior.

Con el afán de mejorar este sistema de distalización muchos clínicos e investigadores realizaron modificaciones en el aparato descrito por Hilgers; tal es el caso de Byloff en 1997 al incorporar un doblez de enderezamiento en los resortes del péndulo (Byloff y cols, 1997).

Distalizador molar de Belussi: (Marin y Nour, 2001; Belussi y cols, 1997) Descrito por Ugo Belussi, creado de una mezcla del Péndulo de Hilgers y el Distal Jet con el objetivo de distalizar los molares utilizando como anclaje el paladar. Este dispositivo consiste en una placa escotada de resina acrílica unida a dos bandas colocadas en los primeros premolares, lleva dos tornillos sagitales para facilitar la distalización de los molares y dos muelles parecidos a los del péndulo contruidos en alambre de acero calibre 0.9 mm, los cuales encajan en cajuelas adheridas a las bandas cementadas en los primeros molares permanentes.

- **Aparatología para distalización maxilar implantosoportados.**

El papel de los resortes en la distalización.

A través del tiempo, los investigadores en el área ortodóntica ayudados por diferentes ramas de la ciencia, han fijado su atención en los resortes creados en metales de baja carga por deflexión y un rango elástico elevado. Estos resortes gracias a las propiedades finitas que poseen han creado innovación en el proceso de distalización, siendo agregados a aparatos ya existentes o creando nuevos métodos de distalización.

Algunos de los aparatos que surgieron con la ayuda de resortes de NiTi y TMA se describen a continuación.

Aparatología para distalización con resortes.

Sistema de distalización del Dr. Gianelly. En 1991 desarrollaron un sistema de distalización que consistía en resortes de níquel/titanio superelásticos con 100 gramos de fuerza colocados pasivos en un arco rectangular de acero inoxidable 0.016" x 0.022" entre el primer molar y el primer premolar, más un resorte 0.018" de enderezamiento en la ranura vertical de los premolares para direccionar la corona hacia distal y elásticos de clase II (Gianelly, 1991). Se colocó un aparato de Nance cementado en los primeros premolares para mejorar el anclaje. Se reportó la inclinación coronal distal de los molares y la vestibularización de los incisivos maxilares como efectos adversos (Pieringer y cols, 1997).

Arco maxilar de distalización bimétrica: (Ucem y cols, 2000; Wilson y cols, 1988) Este sistema diseñado por los doctores William y Robert Wilson tiene como objetivo producir la distalización de los molares superiores. Consta de un arco que presenta un calibre .022" en la zona anterior, mientras que en la zona posterior está confeccionado en un alambre .044". En el segmento posterior están soldados unos ganchos para el uso de elásticos intermaxilares en la región canina superior, en la zona de premolares está ubicado un omega, que permite activar un resorte calibre .010" x .045" colocado entre éste y el tubo extraoral de la banda molar. La fuerza que realiza la distalización está dada por la presión que ejercen los resortes sobre los mismos; para contrarrestar la fuerza recíproca que se ejerce sobre el segmento anterior, se utilizan elásticos intermaxilares clase II.

Aparato de Nance modificado para distalización unilateral de los molares: (Keles, 2000; Reiner, 1992) Este aparato es una modificación del

botón de Nance, su diferencia es que se extiende el brazo de alambre confeccionado en calibre .036" hasta distal del canino, de una forma similar al brazo del Quad Hélix. En el lado que se desea producir el movimiento de distalización el extremo del brazo es soldado a una banda que va cementada en el primer premolar. En la banda del primer molar se suelda por palatino un tubo de diámetro interno .045" y 6 mm de largo, por donde se deslizará el extremo libre del alambre, permitiendo el movimiento hacia distal cuando se activa un resorte de 10 mm de longitud y calibre .009" x .036". Es necesario agregar en el extremo anterior junto a la banda del premolar un loop u omega con un extremo libre, para permitir la compresión del resorte.

Distalizador unilateral: (Kirksey, 2004) Este dispositivo consiste en un manguillo en el cual se aloja un resorte y un extremo móvil deslizante, el cual se inserta en el tubo para aditamentos extraorales de la banda del molar, al ser comprimido el manguillo contra la banda el resorte despliega su fuerza produciendo la distalización del molar.

Distalizador molar Greenfield: (Ferguson y cols, 2005) Este dispositivo consta de un botón de Nance alargado y reforzado con un alambre .040" de acero inoxidable, el cual encuentra anclaje en ganchos .036" de acero inoxidable adosados al primer premolar. Cada lado posee unidades telescópicas hechas de acrílico en las zonas molares, sostenidas por un pistón que ejerce la fuerza de distalización mediante un resorte de NiTi.

Distal Jet: En 1996 Carano y Testa describieron el diseño y aplicación de un sistema compuesto por bandas en los primeros molares maxilares, con cajuelas palatinas 0.036" de acero inoxidable y bandas en premolares. Se coloca como unidad de anclaje dentomucosoportada un botón de Nance, se agrega como unidad de distalización bilateral un alambre que va insertado en las cajuelas palatinas de los molares, en el otro extremo de los tubos de manera similar se adiciona un pistón, en cada tubo se coloca un resorte de

níquel - titanio y un tornillo para activar (Carano y Testa, 1996). Su base de funcionamiento indica que al comprimir el resorte éste generará una fuerza que distaliza los molares. La fuerza debe ser de 150 a 200 gramos aproximadamente, su activación se repite mensualmente y ha de producir de 0.5 a 1 mm de distalización por mes, logrando resultados entre 4 y 9 meses (Bolla y cols, 2002); sin embargo, la fuerza se aplica en la región palatina de los molares, esto dificulta el control de rotación durante el proceso de distalización, provocando pérdida de anclaje (Ngantung y cols, 2001).

Dentro de las ventajas que ofrece este sistema se menciona la distalización asimétrica al utilizar fuerzas diferentes en cada lado; se puede utilizar como medio de anclaje después de la distalización gracias al botón de Nance; su instalación es sencilla, favorece a la estética, lo que le da la característica de ser tolerado por el paciente (Bowman, 1998).

DMJ-2000: (Quiroz, 2003) Diseñado por el Dr. Michael Williams, este aparato consta de un botón de Nance soldado a bandas en los primeros premolares y dos tubos soldados por lingual de las bandas molares, por donde pasa un alambre que guía un resorte de NiTi, el cual es comprimido desde un tope soldado al alambre por detrás del segundo premolar, continuando hacia vestibular y terminando en un gancho en punta de bola que servirá de apoyo para la distalización del primer molar.

Jasper Jumper: Este aparato fue diseñado por el Dr. James Jasper, con el propósito funcional el proporcionar fuerzas ligeras y continuas, capaces de mover desde un diente hasta segmento de diente. Durante la masticación, este aparato ejerce su mayor actividad, produciendo distalización e intrusión de los molares superiores (Blackwood III, 1991).

Trípode: (Moreno y cols, 2008) El Dr. Nicola Borracino de Barleta propone este aparato de distalización, el cual consta de un triángulo de alambre de 1

mm de diámetro, unido con soldadura de plata a dos bandas en cada primer premolar de la arcada superior, y al primer molar que no se va a distalar de la misma arcada. En el molar a distalar, se adapta una banda con un tubo vestibular en posición normal. Se utiliza un arco seccional de acero inoxidable .018” en el cual se coloca un resorte de NiTi comprimido que ejerce la fuerza de distalización.

Jones Jig: (Jones, 1996; Jones, 1992) Este aparato se constituye de un resorte de NiTi el cual produce una fuerza de 70 a 75 gramos, con un rango de compresión de 1 a 5 mm contra los molares. Dicho resorte está ligado a los brackets y bandas en uno o ambos lados dependiendo del caso a tratar. La fuerza recíproca está contrarrestada por un botón de Nance modificado en sus apoyos, ya que va cementado mediante bandas en los primeros o segundos premolares, o sobre el segundo molar temporal según sea el caso.

Eureka Spring: (Waheed-ul-hamid y Arfan-Ul-Haq, 2006) Este dispositivo ha sido diseñado para producir un efecto distalizador de los molares superiores y un avance mandibular, consta de un resorte abierto encajonado con un émbolo. En el extremo cerrado lleva un segmento de alambre térmicamente tratado con una pequeña bola insertada, la cual se encuentra alojada en la cubierta metálica del resorte. Debido a su efecto biomecánico está indicado para pacientes dolicofaciales.

Distalizador molar removible splint: (Quiroz, 2003; Ritto, 1995) Este aparato fue descrito por A. Korrodi Ritto con el objetivo de distalizar los molares mediante un resorte Eureka con un extremo ahusado para permitir su inserción en el tubo molar de calibre .045”. Se confecciona una placa de acrílico laminado calibre 1.5 mm donde se insertan un cilindro fijo, en el cual se coloca el resorte Eureka que se mantendrá dentro del cilindro mediante ligadura elástica. Cuando el resorte se encuentra completamente comprimido el aparato produce hasta 150 gramos de fuerza.

Técnica de Vlock: (Vlock, 1998) Este aparato de distalización de molares superiores utiliza un resorte construido en alambre rectangular de NiTi y un aparato de Nance con banda, en los primeros premolares para mejorar el anclaje y minimizar el efecto de mesialización. A las bandas de los premolares son soldados tubos rectangulares de .018" x .025" en posición horizontal, estos tubos sirven de guía y contienen el resorte junto con bandas con tubo que se colocan en los primeros molares.

First Class: (Fortini y cols, 2000; Fortini y cols, 1999) Presentado en Denver durante el congreso anual de 1996 perteneciente a la American Association Orthodontics. Consta de 4 bandas, una parte vestibular y una parte palatina. Las bandas se colocan sobre los primeros molares y segundos premolares superiores o sobre los segundos molares infantiles. Sobre el lado vestibular de las bandas se encuentra soldado un tornillo independiente al tubo, donde se introduce el arco. En la parte palatina se encuentra un aparato de Nance, el cual ha modificado su tamaño debido a que se extiende más allá de los sectores laterales, con la finalidad de favorecer el anclaje y tener mayor estabilidad de apoyo durante la fase de contención.

3) MARCO DE REFERENCIA

Al realizar la revisión de la literatura se encontraron múltiples estudios y publicaciones de casos clínicos que guardan relación con las variables estudiadas.

Los sistemas de distalización han sido documentados y comparados ampliamente; Al contrastar 2 sistemas de distalización soportados por miniimplantes en 40 sujetos con clase I esquelética y maloclusión clase II divididos en 2 grupos, en donde el grupo 1 fue tomado como grupo control y el grupo 2 como grupo experimental, se colocó una base acrílica muy similar al

botón de Nance alrededor del minimplante para mejorar el anclaje (Gelgor, 2007).

Un caso clínico con alta relevancia para este estudio mostró la utilidad de un péndulo modificado como alternativa para corrección de maloclusiones clase II en los pacientes sin crecimiento, la modificación en el péndulo incluye como medio de anclaje, un miniimplante colocado en el paladar (Yoon-Jeong y cols, 2011).

Existen otros componentes agregados en la actualidad en los procesos de distalización de segmentos posteriores superiores, los resortes de aleaciones de baja carga por deflexión y alto índice de recuperación elástica como NiTi y TMA. Estas aleaciones han sido ampliamente estudiadas en ortodoncia, múltiples compañías producen aditamentos de estas aleaciones; En el caso de los resortes, es importante conocer y estandarizar su uso con base en la fuerza proporcionada.

Un estudio realizado fue la comparativa de carga por deflexión de resortes cerrados de NiTi de 3 diferentes casas comerciales mediante pruebas de tensión con el uso de una máquina universal Dartec (Alavi y Yaghchie, 2006). De la misma manera, otro estudio comparativo evaluó la fuerza generada por resortes de 5 compañías diferentes (Maganzinia, 2010).

Otra variable a considerar en las férulas de distalización ha sido la fricción entre los componentes de las mismas. Esta fuerza que se opone al movimiento de distalización ha sido evaluada en diferentes investigaciones (Longerich, 2012).

4) HIPÓTESIS

La Ortodoncia es una ciencia evolutiva que a través del tiempo busca adaptarse a las condiciones humanas de una mejor manera, la resolución de maloclusiones clase II de Angle no es la excepción. Por lo cual, para resolver esta condición, gran cantidad de investigadores se han dado a la tarea de crear nuevos métodos, innovar los ya existentes, explorar alternativas de materiales, comparar resultados mediante estudios, etc.

En la época actual el uso de los miniimplantes correctamente utilizados ha proporcionado una gran ventaja al clínico, permitiendo crear un anclaje absoluto para realizar los movimientos de distalización de segmentos posteriores superiores. Múltiples estudios corroboran lo antes citado (Ciro y cols, 2011; Oberti y cols, 2010).

Al incorporar miniimplantes a los sistemas de distalización, los tratamientos se han optimizado, permitiéndole al clínico llegar al resultado esperado de una forma más confiable y precisa.

Otros elementos agregados actualmente a los procesos de distalización de segmentos posteriores superiores, gracias a la investigación dentro de la metalurgia y la ingeniería aeroespacial son los resortes de aleación NiTi y los resortes de aleación TMA. Mismos, que gracias a sus diferentes propiedades finitas como baja carga por deflexión, alto índice de recuperación elástica, amplio rango elástico, entre otras; actualmente forman parte fundamental dentro de los componentes de las férulas de distalización. Por tal motivo ha comenzado una nueva línea de investigación para evaluar, comparar y cuantificar la capacidad de distalización, el tiempo de tratamiento, la fuerza aplicada y el comportamiento del material en el medio bucal.

Es de gran importancia tomar en cuenta, que el deslizamiento que existe entre los elementos que conforman las férulas de distalización, crea una fuerza de resistencia contraria al movimiento de distalización la cual se denomina fricción. Esta fuerza contraria ha sido tomada en cuenta en diferentes investigaciones (Longerich, 2012).

Después de realizar la revisión de la literatura correspondiente, y no encontrar un estudio que incluya como variables: resortes de NiTi, resortes de TMA, múltiples calibres de alambre y fricción entre los componentes de la férula de distalización. Surge la necesidad de plantear la siguiente hipótesis de trabajo:

Los resortes de NiTi y/o TMA de los calibres a evaluar permiten realizar distalización de segmentos posteriores aun cuando existe fricción entre los componentes de la férula de distalización.

5) OBJETIVOS

- Objetivo general:

Calcular la fuerza proporcionada por los resortes de NiTi y TMA en las férulas de distalización considerando la fricción que se ejerce.

- Objetivos específicos:

1.- Comparar la fuerza de resortes de NiTi de diferentes calibres. (.012", .014", .016", .018", .020", .022")

2.- Contrastar la fuerza de resortes de TMA de diferentes calibres. (.012", .014", .016", .018", .020", .022")

3.- Confrontar la fuerza proporcionada por los resortes de NiTi y TMA.

4.- Medir la fricción entre metales de la férula de distalización.

6) MATERIALES Y MÉTODOS

- Población de estudio

El universo de estudio se conformó en la primera fase por un total de 528 resortes abiertos de 9 mm de longitud, de diferentes aleaciones y calibres. Existieron 12 grupos experimentales. 6 grupos de resortes de NiTi y 6 grupos de resortes de TMA; entre ellos existió una subdivisión dada por el calibre de los alambres, los cuales fueron .012", .014", .016", .018", .020", .022" para las 2 aleaciones; por consiguiente cada grupo de estudio quedó conformado por 44 resortes.

En la segunda fase se evaluaron 3 férulas de distalización con un solo émbolo que fue traccionado mediante fuerza constante sobre su eje de inserción en la férula y a diferentes distancias fuera de su eje de inserción.

- Criterios de selección

Los criterios para la selección de la muestra en los resortes fueron los siguientes:

- Criterios de inclusión: Resortes de NiTi y TMA con calibres de .012", .014", .016", .018", .020", .022"
- Criterios de exclusión: Fractura del resorte.
- Criterios de eliminación: Defecto de fabricación del resorte, aleación diferente a la requerida, calibre diferente al requerido.

Los criterios para la selección de la muestra en las férulas fueron los siguientes:

- Criterios de inclusión: Férulas de distalización soldadas a una base metálica unida a una placa acrílica.
- Criterios de exclusión: Desprendimiento de la férula de su superficie de

apoyo, deformación de la férula durante el proceso de medición, ruptura de la férula.

- Criterios de eliminación: Defectos durante la preparación, angulación equivocada.

- Método

Para la fabricación de los resortes en la medida y calibre necesario se utilizó alambre de los calibres previamente mencionados perteneciente a la casa comercial Highland Metals Inc., proporcionado por el Dr. Roberto José Carrillo González.

En la realización del estudio, se optó por fabricar los resortes mediante un dispositivo creado para este fin. Este dispositivo fue ideado por el Ingeniero Industrial Héctor Treviño Reyes en la empresa regiomontana SERMEC S.A. de C.V., ubicada en Monterrey, Nuevo León. Estos aparatos permitieron la sujeción del alambre para poder llevarlo a una temperatura de 700°C durante 60 minutos, logrando con ello cambiar la memoria de forma preexistente; el proceso de horneado de los resortes llevaba una fase de precalentamiento del horno para llegar a 700°C, al llegar a esa temperatura se introdujeron al horno los segmentos de alambre colocados en el aditamento; la temperatura del horno sufría una caída de aproximadamente 100°C por el hecho de colocar los aditamentos en su interior. Al alcanzar nuevamente a 700°C comenzaba la cuenta de 60 minutos; posterior al tiempo de horneado pasaban a la fase de enfriamiento a temperatura ambiente. Este procedimiento se realizó en 53 ocasiones para completar el tamaño de muestra.

Posteriormente se realizó la medición y captura de datos de la fuerza proporcionada por cada uno de los resortes. Para el proceso de medición se utilizó una máquina de pruebas universales MTS Criterion Modelo 43, en donde por medio de 2 platinas se colocó el resorte y se comprimió 4.5 mm, tomando así registro de la cantidad de fuerza proporcionada por el resorte.

Para la evaluación de fricción que se desarrolla al deslizamiento de los componentes de la férula, se prepararon 3 superficies acrílicas de 9 cm x 9 cm en donde se talló ligeramente la superficie en una de sus caras, esto para aumentar la adhesión mediante resina fotocurable Heliosit Orthodontic del componente de la férula. Se buscó que el tubo donde se desplaza el émbolo estuviera alineado con el borde de la superficie acrílica, esto se realizó con el fin de evitar inclinaciones que pudieran hacer variar el resultado friccional. En el émbolo se colocó en uno de sus extremos ligadura metálica .016 de acero con una longitud de 10 cms; esto se efectuó con la finalidad de poder aplicar una fuerza de tracción excéntrica entre los componentes de la férula.

Posteriormente se llevaron a cabo las pruebas de fricción al desplazamiento utilizando una máquina de pruebas universales MTS Criterion Modelo 43 con una celda de 5kN. La velocidad de la fuerza traccional fue de 5 mm por minuto, esto se tomó en base a los estudios de fricción previamente revisados (Nieto M, Barrera JP 2012). La fuerza traccional se realizó en diferentes formas; fuerza aplicada sobre su eje longitudinal y fuerza excéntrica a 1 mm, 2mm, 3 mm, 4 mm.

La operación de la máquina y los procedimientos de medición fueron supervisados por el Ing. Rodrigo Cedillo García en el departamento de procesos de transformación del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), en la ciudad de Saltillo, Coahuila.

- Determinación del tamaño de muestra

Para determinar el tamaño de muestra se tomó como referencia un estudio ya publicado sobre distalización de molares (Gelgor, 2007), en donde proporciona una media como desviación estándar (3.57), para aplicar en la fórmula de la determinación del tamaño de muestra (n):

$$n_o = \left(\frac{tS}{e} \right)^2$$

Donde S es la desviación estándar, El valor de t es de 1.96 para un intervalo de confianza del 95%. El valor de “e” se toma como el error promedio en el estudio (considerando un valor de 1.03 mm):

$$n_o = \left(\frac{tS}{e} \right)^2 = \left(\frac{1.96 * 3.57}{1.03} \right)^2 = 46$$

Con este resultado de la fórmula se estableció el tamaño de muestra en 46 resortes, 3 para cada grupo, al igual que para la prueba de fricción realizar 3 para cada grupo.

- Variables de Estudio.

Las variables a considerar en este estudio son las siguientes para los resortes:

- Calibres de los alambres. (.012”, .014”, .016”, .018”, .020”, .022”)
- La aleación de los alambres. (NiTi y TMA)

Las variables que se consideraron en la realización de las pruebas de fricción son las siguientes:

- Tracción céntrica.
- Tracción excéntrica a 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm.

- Método Estadístico.

Para realizar las pruebas estadísticas fue utilizado el programa SPSS. (Statistic Program Social Sciens versión 20), en donde fue posible obtener las estadísticas descriptivas de media, desviación estándar, mínimo y máximo para cada una de las variables estudiadas en los resortes.

Dentro de los grupos se compararon las medias entre los diferentes calibres de una misma aleación: NiTi .012”, NiTi .014”, NiTi .016”, NiTi .018”, NiTi .020”, NiTi .022” y TMA .012”, TMA .014”, TMA .016”, TMA .018”, TMA .020”, TMA .022”. Se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman para muestras relacionadas de bloques al azar. Finalmente se compararon las medias de diferentes aleaciones

en un mismo calibre: NiTi .012” y TMA .012”, NiTi .014” y TMA .014”, NiTi .016” y TMA .016”, NiTi .018” y TMA .018”, NiTi .020” y TMA .020”, NiTi .022” y TMA .022”, mediante la prueba no paramétrica de Wilcoxon para comparar 2 muestras relacionadas.

Cabe hacer mención que todas las pruebas anteriores mostraron alta diferencia significativa con $P=0.000$

Para el análisis estadístico en el proceso de fricción se comparó la tracción excéntrica de 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm y la tracción céntrica mediante estadística descriptiva y los análisis paramétricos de Tukey y ANOVA, donde se obtuvo alta diferencia significativa entre todos los grupos.

7) RESULTADOS

Los datos de las mediciones realizadas fueron procesados mediante el paquete estadístico SPSS versión 20, obteniendo los siguientes resultados:

- Descriptiva de los grupos

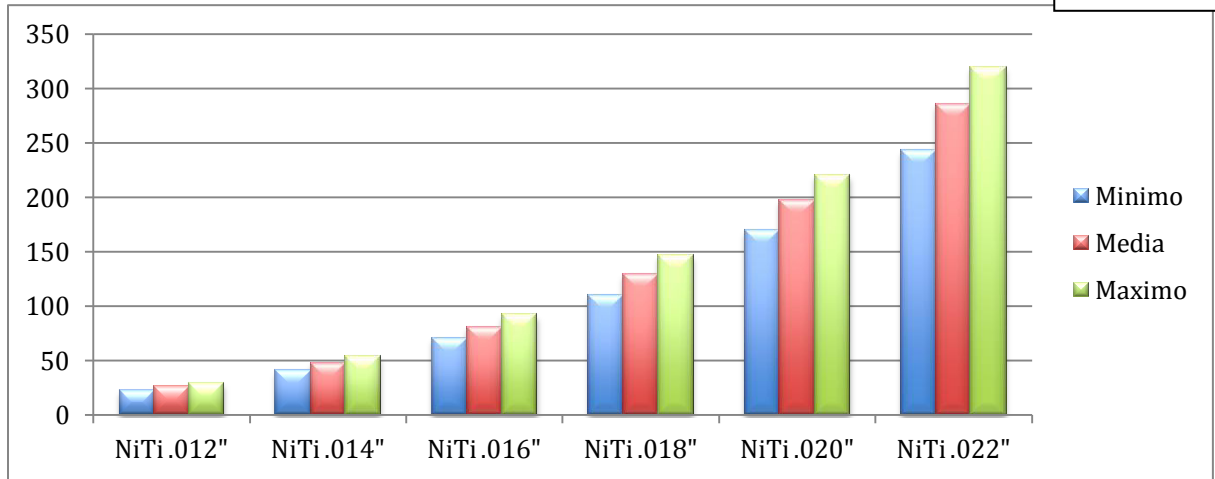
La muestra de cada grupo de resortes se constituyó de 44 resortes de cada calibre de cada aleación, clasificándose en 12 grupos de resortes en total: NiTi .012”, NiTi .014”, NiTi .016”, NiTi .018”, NiTi .020”, NiTi .022” y TMA .012”, TMA .014”, TMA .016”, TMA .018”, TMA .020”, TMA .022”.

En la tabla 1 se muestran los resultados de la estadística descriptiva para el grupo de aleación NiTi, en donde fueron evaluados 6 grupos:

Aleación y calibre	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
NiTi .012”	44	25.77	1.815	22	29
NiTi .014”	44	47.43	3.494	41	54
NiTi .016”	44	80.89	5.633	70	92
NiTi .018”	44	128.82	9.674	110	147
NiTi .020”	44	197.36	13.083	170	220
NiTi .022”	44	285.45	19.722	243	320

En la grafica 1 se muestran los resultados referentes a la tabla 1

Grafica 1

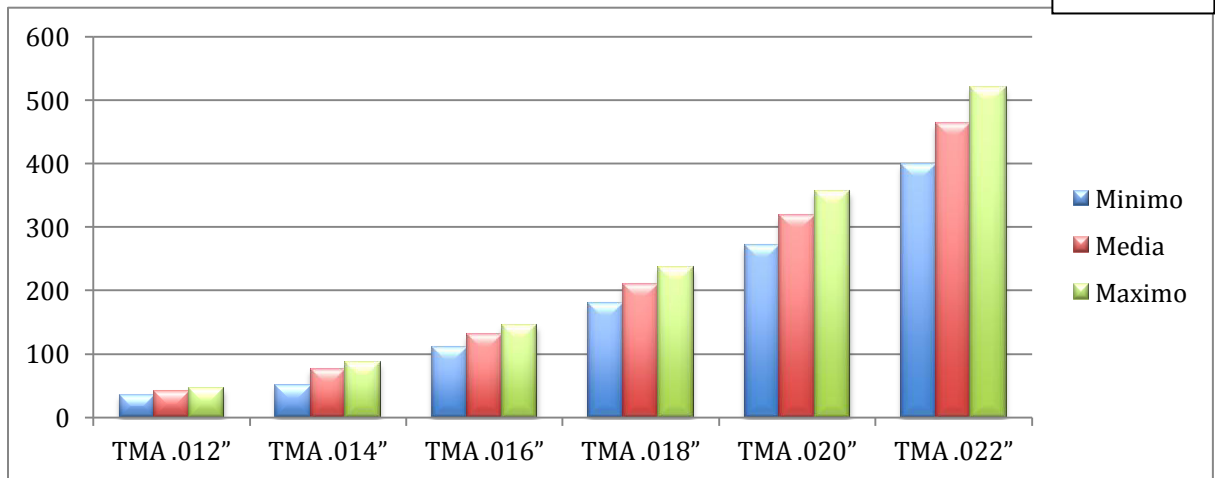


En la tabla 2 se muestran los resultados de la estadística descriptiva para el grupo de aleación TMA, donde se evaluaron 6 grupos:

Aleación y calibre	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
TMA .012"	44	41.23	2.924	35	46
TMA .014"	44	75.68	6.643	50	86
TMA .016"	44	130.32	8.388	111	146
TMA .018"	44	208.77	14.523	180	236
TMA .020"	44	317.55	21.348	271	356
TMA .022"	44	463.52	31.92	399	521

En la grafica 2 se muestran los resultados referentes a la tabla 2

Grafica 2



- Comparación entre los grupos.

Posteriormente se realizó un análisis comparativo de muestras relacionadas con base en análisis estadístico de Wilcoxon, para comparar los datos entre las dos aleaciones cuando existía un mismo calibre.

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 3: Análisis estadístico de Wilcoxon para comparar las 2 aleaciones de un mismo calibre				
Aleación y calibre		N	Rango promedio	Suma de rangos
TMA.012 – NiTi.012	Rangos negativos	0a	0	0
	Rangos positivos	44b	22.5	990
	Empates	0c		
	Total	44		
TMA.014 – NiTi.014	Rangos negativos	0d	0	0
	Rangos positivos	43e	22	946
	Empates	1f		
	Total	44		
TMA.016 – NiTi.016	Rangos negativos	0g	0	0
	Rangos positivos	44h	22.5	990
	Empates	0i		
	Total	44		
TMA.018 – NiTi.018	Rangos negativos	0j	0	0
	Rangos positivos	44k	22.5	990
	Empates	0l		
	Total	44		
TMA.020 – NiTi.020	Rangos negativos	0m	0	0
	Rangos positivos	44n	22.5	990
	Empates	0o		
	Total	44		
TMA.022 – NiTi.022	Rangos negativos	0p	0	0
	Rangos positivos	44q	22.5	990
	Empates	0r		
	Total	44		

La segunda fase consistió en la medición de fricción, se eliminaron los datos negativos que se observaban al inicio de cada una de las pruebas, esto se realizó con la finalidad de aumentar la precisión de la medición, se tomaron los datos resultantes de las pruebas del desplazamiento de las férulas evaluadas a

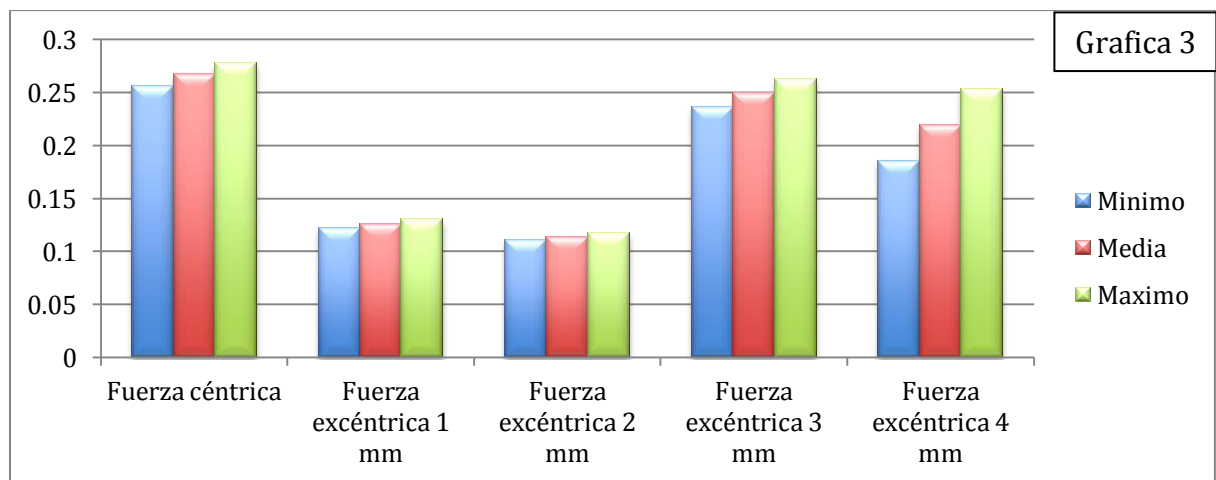
diferentes puntos de tracción y se practicó la estadística descriptiva.

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 4: Diferentes vectores de aplicación de la fuerza.

Vector de aplicación de la fuerza	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Fuerza céntrica	1627	.2666	.2190	.0054	.2559	.2772	.0005	.8243
Fuerza excéntrica 1 mm	1429	.1255	.0841	.0022	.1211	.1298	.0002	.4007
Fuerza excéntrica 2 mm	1464	.1137	.0674	.0018	.1103	.1172	.0001	.3152
Fuerza excéntrica 3 mm	1276	.2489	.2385	.0067	.2358	.2620	.0001	.9704
Fuerza excéntrica 4 mm	660	.2188	.4458	.0174	.1847	.2529	.0003	3.5885
Total	6456	.1923	.2251	.0028	.1868	.1978	.0001	3.5885

En la grafica 3 se muestran los resultados referentes a la tabla 4



El análisis comparativo se realizó mediante estadística paramétrica a través de la prueba de Tukey para comparaciones múltiples y ANOVA para muestras independientes.

En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos del análisis estadístico de

Tukey para comparaciones múltiples:

Tabla 5: Diferentes vectores de aplicación de la fuerza						
Vector de aplicación de la fuerza		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Fuerza céntrica (0)	1	,141129808199790*	.0078	.000	.1199	.1624
	2	,152847506293936*	.0077	.000	.1317	.1740
	3	.017668905993590	.0080	.181	-.0043	.0396
	4	,047781429478001*	.0099	.000	.0207	.0749
Fuerza excéntrica 1 mm (1)	0	-,141129808199790*	.0078	.000	-.1624	-.1199
	2	.011717698094146	.0080	.585	-.0101	.0335
	3	-,123460902206200*	.0083	.000	-.1461	-.1009
	4	-,093348378721789*	.0101	.000	-.1210	-.0657
Fuerza excéntrica 2 mm (2)	0	-,152847506293936*	.0077	.000	-.1740	-.1317
	1	-0.0117176980941459	.0080	.585	-.0335	.0101
	3	-,135178600300346*	.0082	.000	-.1576	-.1127
	4	-,105066076815935*	.0101	.000	-.1326	-.0776
Fuerza excéntrica 3 mm (3)	0	-0.0176689059935899	.0080	.181	-.0396	.0043
	1	,123460902206200*	.0083	.000	.1009	.1461
	2	,135178600300346*	.0082	.000	.1127	.1576
	4	,030112523484411*	.0103	.029	.0020	.0582
Fuerza excéntrica 4 mm (4)	0	-,047781429478001*	.0099	.000	-.0749	-.0207
	1	,093348378721789*	.0101	.000	.0657	.1210
	2	,105066076815935*	.0101	.000	.0776	.1326
	3	-,030112523484411*	.0103	.029	-.0582	-.0020

En la tabla 6 se representan los datos obtenidos del análisis estadístico ANOVA para muestras independientes:

Tabla 6: Diferentes vectores de aplicación de la fuerza					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	28.953	4	7.238	156.585	.000
Dentro de grupos	298.202	6451	.046		
Total	327.154	6455			

8) DISCUSIÓN

Posterior al análisis de la literatura correspondiente al tema de férulas de distalización considerando la fricción entre sus componentes y el uso de resortes de NiTi y TMA, se observa que las investigaciones previas no ofrecen alta correlación con el tema que se ha tratado, es decir existe hasta ahora ausencia de estudios específicos que den cuenta acerca de la fuerza proporcionada por diferentes tipos de resorte en férulas de distalización, considerando la fricción que se genera entre los componentes de las mismas.

Dentro de los reportes de investigación y casos clínicos publicados, la mayoría fueron diseñados *in vivo*, a diferencia del presente realizado *in vitro* y analizado a través de un modelo matemático. Esta situación limita la extensión de la discusión desarrollada.

Por otro lado, los estudios reportados manejan el uso de resortes fabricados por casas comerciales y su evaluación mediante diferentes métodos entre si, en la presente comparación se realizo desde el diseño de el dispositivo para la fabricación de los resortes de diferentes calibres y aleaciones hasta la evaluación de la fuerza proporcionada por cada uno de ellos.

Gracias a esta falta de estudios se planeó la comparación entre grupos de resortes de NiTi y TMA, y entre las diferentes fuerzas de tracción utilizadas en el

desplazamiento de los componentes de las férulas de distalización.

En este trabajo se ha demostrado que los resortes de NiTi proporcionaron menores fuerzas que los resortes de TMA, mientras que un resorte de NiTi .012" proporciona alrededor de 25 gramos, un resorte de TMA del mismo calibre proporciona 41 gramos aproximadamente. Esto es debido a la diferencia en la rigidez de la aleación, siendo para NiTi 0.26 y TMA 0.42 con respecto al acero inoxidable tomado como 1 (Burstone, 1981).

La comparativa de grupos se expresa de forma más adecuada en la tabla 7

Resorte	Fuerza proporcionada	Resorte	Fuerza proporcionada
NiTi .012"	25.77	TMA .012"	41.23
NiTi .014"	47.43	TMA .014"	75.68
NiTi .016"	80.89	TMA .016"	130.32
NiTi .018"	128.82	TMA .018"	208.77
NiTi .020"	197.36	TMA .020"	317.55
NiTi .022"	285.45	TMA .022"	463.52

De forma empírica se debe acotar que al aumentar .002" al grupo de NiTi y compararlo con el grupo de TMA, proporcionan una fuerza similar. Tomado de otra manera, la fuerza proporcionada por un resorte de NiTi .014" es muy similar a la proporcionada por otro resorte de TMA .012"

En relación al comportamiento tribológico de las férulas de distalización se registraron los siguientes datos:

- Fuerza céntrica: 27.18 gramos en promedio, registrando una fuerza máxima equivalente a 84.05 gramos
- Fuerza excéntrica 1 mm: 12.79 gramos en promedio, registrando una fuerza máxima equivalente a 40.86 gramos
- Fuerza excéntrica de 2 mm: 11.59 gramos en promedio, registrando una fuerza máxima equivalente a 32.14 gramos
- Fuerza excéntrica de 3 mm: 25.38 gramos en promedio, registrando una

- fuerza máxima equivalente a 98.95 gramos
- Fuerza excéntrica de 4 mm: 22.31 gramos en promedio, registrando una fuerza máxima equivalente a 365.92 gramos

9) CONCLUSIONES

Al observar y analizar los resultados obtenidos, se concluyó lo siguiente:

- 1) Se acepta la hipótesis de trabajo al haber encontrado a los resortes de calibres superiores a .020" para TMA y .022" en NiTi aptos para realizar distalización de segmentos posteriores aún cuando existe fricción entre los componentes de la férula de distalización considerando no exceder la fuerza excéntrica de 3 mm del eje de inserción entre los componentes de la misma. Por lo anterior resulta recomendable emplear estas aleaciones en los calibres arriba señalados para realizar los movimientos de distalización de los segmentos posteriores en la férula propuesta.
- 2) Posterior a la evaluación de los 528 resortes de NiTi y TMA se ha calculado la fuerza que cada grupo proporciona. Resultando así que ambas aleaciones son aptas para vencer la fricción que se genera.
- 3) Al comparar la fuerza de los resortes de NiTi entre sí mismos, fue posible comprobar un incremento relacionado al calibre sobre el cual fueron diseñados.
- 4) En la comparación de la fuerza de los resortes de TMA, se apreció una curva ascendente directamente proporcional al calibre sobre el cual fueron diseñados.
- 5) Se ha comprobado la correlación que existe entre la fuerza proporcionada por las 2 aleaciones evaluadas, siendo menor la fuerza de NiTi que la de TMA, tal como marcan los estudios previamente realizados.

- 6) Al medir la fricción entre los metales de la férula de distalización se concluye un incremento de ésta al aumentar la medida excéntrica del eje de inserción.

10) BIBLIOGRAFÍA:

Alavi, Sh y Yaghchie. M. 2006. *Force Characteritics of Nickel Titanium Closed Coil Springs*. Dental Research Journal. Otoño-invierno. 3(2):77-83.

Belussi U. 1997. *Distalizzatore molare Belussi*. Bollettino di informazioni ortodontiche. Anno 18 N° 57

Blackwood III H.O. 1991. *Clinical Management of the Jasper Jumper*. J. Cli. Orthod. Dic. 25(12):755-60.

Bolla, E.; Muratore, F.; Carano, A. & Bowman, S. J. 2002. *Evaluation of maxillary molar distalization with the distal jet: a comparison with other contemporary methods*. Angle Orthod. Oct. 72(5):481-94.

Bowman, S. J. 1998. *Modifications of the distal jet*. J. Clin. Orthod. Sep. 32(9):549-56.

Byloff, F. K.; Darendeliler, M. A.; Clar, E. & Darendeliler, A. 1997. *Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 2: The effects of maxillary molar root uprighting bends*. Angle Orthod. 67(4):261-70.

Burstone, Charles J. *Variable-modulus orthodontics*. American Journal of Orthodontics. 80(1) 1 – 16.

Carano A, Testa M. 1996. *The distal jet for upper molar distalization*. J. Clin. Orthod. Jul. 30(7):374-80.

Carriere, J. 1990. *La técnica de anclaje inverso y su ecuación*. Quintessenz Verlags – GmbH. Berlín.

Cellier, F. Barton, J. 1972. *High-pullhead gear versus cervical traction cefalometric comparison*. Amer. J. Orthodont. (62):517-529.

Cetlin, NM. Ten-Hoeve, A. 1983. *Non extraction treatment*. J. Clin. Orthod. 17:396-413.

Ciger, S. Aksu, M. Germec, D. 2005. *Evaluation of post-treatment changes in Class II Division 1 patients after nonextraction orthodontic*. American Journal Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 127(2): 219-223.

Ciro, P. Sandoval, P. Rey, D. Uribe, G. Sierra, A. Oberti, G. 2011. *Distalización de molares maxilares con aparatos intraorales de nueva generación que no necesitan colaboración del paciente*. Int. J. Odontostomat. Feb. 5(1):39-47.

Farrar, JN. 1886. *Orthodontics: an historical review of its origin and evolution*. Segunda edición. Editorial The C.V. Mosby. 885.

Feijo G. Ortopedia funcional. Atlas de aparatología ortopédica, 3ra ed. Buenos Aires: Editorial Mundi, 1980:128-33.

Ferguson, DJ. Carano, A. Bowman, SJ. Davis, EC. Gutiérrez-Vega, ME. Lee, SH. 2005. *A comparison of two maxillary molar distalizing appliances with the distal jet*. World Journal of Orthodontics. Dic. 6(4):382-90.

Fortini, A. Lupoli, M. Parri, M. 1999. *The first class appliance for rapid molar distalization*. J. Clin. Orthod. Jun 33(6):322-328.

Fortini, A. Lupoli, M. Parri, M. 2000. *Un nuevo aparato para la distalización rápida: First Class Bollettino Leone*. Edición Bolletino International. Enero. 1:1-13.

Gelgor, IE. Karaman, AI. Buyukyilmaz, T. 2007. *Comparison of 2 distalization systems supported by intraosseous screws*. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. Febrero. 131(2):161.e1-161.e8.

Gianelly AA, Bednar J, Dietz VS. 1991. *Japanese NiTi coils used to move molars distally*. Am J Orthod Dentofac Orthop. Jun. 99(6):564-566.

González, M. Fernández, R. 2003. *Actualización en técnicas ortodónticas distalizadoras*. Rev. Cubana de Estomatología. Dic. 40(3):1-3.

Hilgers, JJ. 1992. *The Pendulum Appliance for Class II Non-Compliance Therapy*. J. Clin. Orthod. Nov. 26(11):706-714.

Jeon, JM. Yu, HS. Baik, HS. Lee, JS. 2006. *En-masse distalization with miniscrew anchorage in Class II nonextraction treatment*. J Clin Orthod. Ago. 40(8):472-476.

Jones, RD. White, JM. 1996. *Jones Jig, technical information guide*, American orthodontics.

Jones R, White JM. 1992. *Rapid Class-II molar correction with an open-coil jig*. J. Clin. Orthod. Oct. 26(10):661-64.

Keles, A. Sayinsu, K. 2000. *A new approach in maxillary molar distalization: intraoral bodily molar distalizer*. Am J. Orthod. Dentofacial Orthop. Jun. 117(1):39-48.

Kingsley, NW. 1875. *Orthodontics: an historical review of its origin and evolution*. Segunda edición. Editorial Mosby. 492.

Kirksey, CD. 2004. *Unilateral distalization of lower molars using the CD distalizer appliance: a case study*. Int. J. Orthod. Milwaukee. Dic. 15(4):19-23.

Longerich, UJ. Thureau, M. Kolk, A. 2012. *Development of a new device for maxillary molar distalization with high pseudoelastic forces to overcome slider friction: the Longslider-a modification of the Beneslider*. Oral Surg. Oral Med. Oral Path Oral Radiol. Nov. 23(11):

Maganzinia, AL. Wongb, AM. Ahmedc, MK. 2010. *Forces of Various Nickel Titanium Closed Coils Springs*. Angle Orthod. 80(1):182-187.

Maino, BG. Alessandrini, P. Mura, P. 2006. *A modified ACCO for class II nonextraction treatment*. Journal of Clinical Orthodontics. Oct. 40(10):605-612.

Marin, GM. Nour, SA. 2001. *Empleo del distalizador molar belussi*. Rev. Cubana Ortod. Sep. 16(2):108-111.

Moreno, A. Gómez, R. Llanes, M. Cruz, Y. Gardon, L. 2008. *El Trípode en la distalización unilateral de molares superiores: Cambios oclusales*. Rev. Cubana Estomatología online. Abr-Jun. 45(2):0-0. ISSN 1561-297X.

Mulligan, TF. 1982. *Common sense mechanics*. Primera edición. Editorial C.S.M. Phoenix, Arizona.

Ngantung, V. Nanda, RS. Bowman, SJ. 2001. *Posttreatment evaluation of the distal jet appliance*. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. Ago. 120(2):178-85.

Nieto M, Barrera JP, González EJ, Parra IL, Rodríguez AC. *Comparación de la resistencia al deslizamiento en brackets de autoligado y brackets convencionales ligados con la ligadura elastométrica convencional y ligaduras de baja fricción*. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2012; 23(2): 192-206.

Oberti, G. Rey, D. Villegas C. Sierra, A. 2010. *Alternativa de tratamiento para la distalización de molares superiores con una barra transpalatina anclada a un mini-implante*. Revista CES Odontología. Nov. 23(2):73-78.

Pieringer, M. Droschl, H. Permann, R. 1997. *Distalization with a Nance appliance and coil springs*. J. Clin. Orthod. Mayo. 31(5):321-326.

Quiroz, O. 2003. *Ortodoncia – Nueva generación*. Primera Edición. Venezuela. Editorial AMOLCA. 174-177.

Quiroz, O. 2003. *Ortodoncia – Nueva generación*. Primera Edición. Venezuela. Editorial AMOLCA. 185-186.

Quiroz, O. 2003. *Ortodoncia – Nueva generación*. Primera Edición. Venezuela. Editorial AMOLCA. 194-195.

Reiner, TJ. 1992. *Modified Nance Appliance for unilateral molar distalization*. J. Clin. Orthod. Jul. 26(7):402-404.

Ricketts, R. Bench, R. Guginu, C. 1991. *Técnica Bioprogresiva de Ricketts*. Primera edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires

Ritto, AK. 1995. *Removable molar distalization splint*. J. Clin. Orthod. Jun. 29(6): 396-397.

Rodríguez, E. Casas, R. Araujo, A. 2007. *1001 tips en ortodoncia y sus secretos*. Primera Edición. Venezuela, Ed. Amolca.

Sfondrini, MF. Cacciafesta, V. Sfondrini, G. 2002. *Upper molar distalization: a critical analysis*. Orthod. Craniofac. Res. Mayo. 5(2):114-26.

Strang, RHW. 1943. *A text-book of orthodontia*. Segunda edición. Philadelphia: Lea & Febiger. 661

Tweed, CH. 1966. *Clinical Orthodontics*. Editorial C.V Mosby Co., St. Louis.

Ucem, TT. Yuksel, S. Okay, C. Gulsen, A. 2000. *Effects of a three-dimensional biometric maxillary distalizing arch*. Eur. J. Orthod. Jun. 22(3): 293-8.

Vlock R. 1998. *A fixed appliance for rapid distalization of upper molar*. The orthodonticyber journal. Mayo. 3(1). <http://orthocj.com/archive/issue7/vlock.htm>

Waheed-ul-hamid, M. Arfan-UI-Haq. 2006. *Effects of jones jig appliance in maxillary first molar distalization*. Pakistan Oral & Dent. Jr. Dic. 26(2)

Williams, M. *Distalizing molar Jig DMJ-2000*. U.C.L.A. Dept of Orthodontics. <http://www.dynaflex.com>

Wilson, R. Wilson, W. 1988. *Enhanced Orthodontics Book 1 Concept, treatment and case histories*. 4(4-5):113-134.

Yoon-Jeong, C. Jong-Suk, L. Jung-Yul, C. Young-Chel, P. 2011. *Total distalization of the maxillary arch in a patient with skeletal Class II malocclusion*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Jun: 139(6).823-833.

Kim, YH. Han, UK. 2001. *The versatility and effectiveness of the multiloop edgewise archwire (MEAW) in treatment of various malocclusions*. World Journal of Orthodontics. 2(3):208-218.