



Universidad Autónoma de Querétaro
 Facultad de Medicina
 Especialidad En Ortodoncia

EVALUACIÓN DE LA DEFORMACIÓN Y PÉRDIDA DE FUERZA EN
 CADENAS ELASTOMÉRICAS DE LA MARCA 3M, GAC, y ORTHO SOUL
 DESPUÉS DE UN MES DE USO INTRAORAL

Opción de titulación
Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de
 Especialidad en Ortodoncia

Presenta:
 Christian Armando Pruneda Aguirre

Dirigido por:
 C.D.E.O. Rosa María Vargas Zepeda

Nombre del Sinodal: Rosa María Vargas Zepeda
 Presidente


 Firma

Nombre del Sinodal: Verónica Reyes Reséndiz
 Secretario


 Firma

Nombre del Sinodal: Luis Alberto Anguiano Martínez
 Vocal

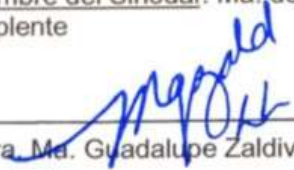

 Firma

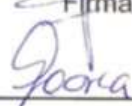
Nombre del Sinodal: Elisa Ascencio Rentería
 Suplente


 Firma

Nombre del Sinodal: Ma. de Lourdes Arvizu Valencia
 Suplente


 Firma


 Dra. Ma. Guadalupe Zaldívar Lelo de
 Larrea
 Director de la Facultad


 Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca
 Piña
 Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
 Querétaro, Qro.
 Abril del 2019

Resumen

Los principios biológicos del movimiento ortodóntico mencionan que las fuerzas requeridas para producir movimientos dentales deben ser ligeras y continuas para no causar daños en los tejidos periodontales. Cuando las cadenas elastoméricas se encuentran en el medio bucal sufren un proceso de deformación elástica por comida, temperatura de líquidos ingeridos, saliva, mala higiene, por lo que deben cambiarse con relativa frecuencia, para evitar que además, se inactive la función que realizan, constituyendo un serio problema en la práctica clínica de la Ortodoncia. Estudio Transversal, observacional y comparativo. En el cual se evaluaron distintas marcas de cadenas elastoméricas cerradas de 6 eslabones después de un mes de uso intraoral, se utilizaron 15 muestras de la marca 3M, 15 muestras de la marca GAC y 15 muestras de la marca Ortho soul fueron recolectadas en el Posgrado en Ortodoncia de la Universidad Autónoma de Querétaro. Se determinará cuáles cadenas elastoméricas de las marcas 3M, GAC y ORTHO SOUL presentan una fuerza menor deformación y pérdida de fuerza después de un mes de uso intraoral. La mayor degradación de fuerza elástica fue las cadenas elastoméricas de la marca Ortho soul al igual obtuvo la mayor deformación elástica. Se obtuvo solamente una diferencia estadísticamente significativa en la resistencia al fuerza elástica de la cadena elastomérica GAC y Ortho soul. La marca 3M tuvo una degradación de fuerza menor que la marca GAC pero mayor que la Ortho soul aunque obtuvieron una deformación elástica similar lo que nos indica que estas marcas se pueden utilizar cuando es necesaria una pérdida de fuerza paulatina para no causar algún movimiento indeseado. La marca GAC tuvo un menor porcentaje de degradación de fuerza elástica y deformación, lo cual podría inferir que sus cadenas elastoméricas son las que mantienen una fuerza constante por mayor tiempo lo cual los ortodoncistas deben tener cuidado al utilizar esta marca y no causar movimientos indeseados así como daño biológico. Debemos conocer la cantidad de fuerza que proporciona cada cadena elastomérica es importante para determinar la cantidad de fuerza que debemos aplicar al colocarla en la boca, considerando la pérdida que se tendrá en el transcurso del tiempo y así poder obtener movimientos biológicos que nos lleven a mejores resultados clínicos.

(**Palabras clave:** ortodoncia, cadenas elastoméricas, fuerza elástica, deformación elástica.)

SUMMARY

The biological principles of orthodontic movement mention that the forces required to produce dental movements must be light and continuous so as not to cause damage to the periodontal tissues. When the elastomeric chains are in the buccal medium process of elastic deformation by food, temperature, ingested liquids, and bad hygiene, they must be replaced relatively frequently in order to avoid the inactivation of the function performed, constituting a serious problem in the clinical practice of orthodontics. This is a transversal, observational and comparative study, in which different brands of 6-link closed elastomeric chains were evaluated after a month of intraoral use, 15 samples of the 3M brand, 15 samples of the GAC brand and 15 samples of the Ortho soul brand were used, all of them collected in the Orthodontic Clinic of the Autonomous University of Querétaro. It will be determined which elastomeric chains of the 3M, GAC and ORTHO SOUL brands present a lower force deformation and loss of strength after a month of intraoral use. The greatest degradation of elastic force came from the elastic chains of the orthosoul brand, as well as the greater elastic deformation. Only a statistically significant difference was obtained in the resistance to the elastic force of the GAC elastomeric chain and Ortho soul. The 3M brand had a degradation of less force than the GAC brand but greater than the Ortho soul although they obtained a similar elastic deformation which indicates that these brands can be used when a gradual loss of strength is necessary in order not to cause any undesired movement. The GAC brand had a lower percentage of degradation of elastic force and deformation, which could infer that its elastomeric chains are those that maintain a constant force for a longer time, so orthodontists should be careful to use this brand in order to prevent unwanted movements as well as biological damage. The amount of force that each elastomeric chain provides is important to determine the amount of force we must apply when placing it in the mouth, considering the loss of force that happens during the course of time, and in this way be able to obtain biological movements that lead to better clinical results.

(**Keywords:** orthodontics, elastomeric chains, elastic force, elastic deformation.)

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan importante de mi formación profesional, todo lo que soy, todo lo que ven en mí, todo es para gloria de dios.

A mi Familia, son el pilar más importante de mi vida, por todo su esfuerzo, entrega, y todo su apoyo siempre.

A mis compañeros y profesores por cada experiencia vivida y conocimientos adquiridos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación realizado en el Posgrado de Ortodoncia de la Universidad Autónoma de Querétaro, es un esfuerzo en el cual, e, participaron distintas personas permitiéndome aprovechar su competencia y su experiencia, por lo cual quiero agradecerles.

En primer lugar, a mi directora de Tesis, C.D.E.O. Rosa María Vargas Zepeda y al D. en C.E.E. Rubén Abraham Domínguez Pérez, mi más amplio agradecimiento por su tiempo, por su valiosa dirección de este proyecto y apoyo para seguir y llegar a la conclusión del mismo.

Mis agradecimientos a la Universidad Autónoma de Querétaro y a todos los que la conforman, por hacer de ella una institución de excelencia y haberme brindado la oportunidad de formarme profesionalmente en la verdad y el honor, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por todo el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

Agradezco también a todos mis compañeros y profesores, por siempre llevar el nivel del posgrado al siguiente nivel, por todos los conocimientos compartidos y cada experiencia vivida.

Mi mayor agradecimiento a mis padres, por darme la vida y siempre creer en mis hermanos y en mí, todo lo que soy es gracias a ustedes.

Tabla de contenidos

1. INTRODUCCION	
1.1 Revisión de la literatura.....	9
1.2 Planteamiento del Problema.....	13
2. OBJETIVOS	
2.1 Objetivo general.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3. METODOLOGIA	
3.1 Sujeto experimental	
3.2 Métodos.....	17
3.3 Análisis estadístico.....	21
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 Resultados	23
4.2 Discusión.....	25
4.3 Conclusión.....	28
5. REFERENCIAS.....	29
6. APENDICE.....	33

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Revisión de literatura

El movimiento dental en ortodoncia resulta de la aplicación de fuerzas a los dientes. Los recursos utilizados para producir movimientos dentarios incluyen elementos activos y pasivos. Los primeros son: alambres, resortes y elásticos, su función es generar y mantener una fuerza. Los segundos son: bandas, tubos y brackets, que reciben la fuerza de los elementos activos (Proffit , 1994).

Es necesario conocer las propiedades físico-químicas de los distintos elásticos empleados en los tratamientos ortodóncicos, como la pérdida de fuerza y los factores que pueden modificarlo. Saber las fuerzas que están produciendo los elásticos ortodóncicos en cada momento, valorar si estas fuerzas resultan o no efectivas para el movimiento dentario y valorar el intervalo de tiempo en el que los elásticos deben ser renovados. La guía de uso clínico para los elásticos con látex no tiene por qué ser necesariamente aplicable a los elásticos libres de látex, por lo tanto, las propiedades de los materiales libres de látex deben ser evaluadas experimentalmente y comparadas con las de los materiales con látex, para desarrollar una guía de uso clínico para estos materiales (Lopez, 2016).

Los productos elásticos libres de látex fueron inicialmente fabricados por la industria petroquímica, en los años 20, pero su uso en odontología se propagó en los años 60 debido a los estudios en la literatura de pacientes con alergia a los elásticos con látex (Pithon et al, 2013).

Desde principios de los 90 existen en el mercado ortodóncico productos elásticos sintéticos para pacientes con hipersensibilidad al látex, se venden como elásticos libres de látex. (Kamisetty et al., 2014).

Los elásticos en ortodoncia han sido usados tanto intra como extraoralmente. Su uso, combinado con la cooperación del paciente, permiten al ortodoncista corregir discrepancias verticales, anteroposteriores y transversales (Alam y Sikder, 2012). La pérdida de fuerza que sufren los elásticos es el mayor problema de su uso clínico, esto dificulta determinar la fuerza real que se transmite al diente (Pithon et al, 2013).

Las cadenas elastoméricas son elastómeros muy utilizadas por los ortodoncistas, hechas con polímeros, como el poliuretano. El primer material que se conoce con estas características es el caucho natural, empleado desde la época de las

civilizaciones inca y maya, sin embargo, su uso fue limitado debido a que sus propiedades se perdían con facilidad, por acción de la temperatura y la absorción de la humedad (Morales-Pulachet, 2014).

Las principales aplicaciones clínicas de las cadenas elastoméricas son el cierre de espacios post-extracción dentaria terapéutica, distalización de caninos, corrección de rotaciones, discrepancias de línea media, constricción del arco dental, tracción ortodóntica de dientes impactados, desviaciones de línea media, soportes de fijación del arco a los brackets, y como sustituto de las ligaduras metálicas. (Morales-Pulachet, 2014).

Estas cadenas son de látex y actúan por tensión: al estirar la goma se ejerce fuerza en ambos extremos que tienden a aproximarse. El uso intermaxilar de cadenas de material elastómero, con pequeños eslabones que se sujetan en los brackets son destinadas para desplazar algún diente o grupos de dientes deslizándolos a lo largo del arco, para cerrar pequeños espacios interdentarios. No es favorable su utilización para el cierre de espacios grandes dado el nivel de fuerzas que generan. Las cadenas tensadas de molar a molar generan una fuerza pesada inicial de 400g para la arcada superior y 350g para la arcada inferior (Marcipar, 2005).

Pierre Fauchard (1728) en su obra titulada “Le chirugen Dentiste ou Traité des Dents”, publicada en 1728, proponía cerrar diastemas anteriores con ligadura de seda. A mediados de ese siglo, P. Bourdet utilizaba una “banda” con ligaduras de oro o seda para mover dientes.

Alexis Schange (1841), en su libro titulado “Précis sur le redressement des dents”, publicado en París, habla del uso de hilos elásticos para mover dientes.

Pasaron muchos años hasta que se generalizó el empleo de los elásticos intermaxilares, siendo popularizado su uso por dos odontólogos. Calvin Case destacó su utilidad en el año 1893 en el congreso dental de Columbia, (Baca, 1992).

Otro odontólogo, Henry A. Baker, en el año 1904 publicó en el International Dental Journal un artículo titulado “Treatment of protruding and receding jaws by the use of

intermaxillary elastics”. A pesar de que los elásticos intermaxilares habían sido introducidos por el Dr. Tucker y empleados por otros odontólogos, como el Dr. Case, erróneamente se le consideró al Dr. Baker como el primero en usarlos, y han pasado a la historia bajo el nombre de “elásticos de Baker” o “anclaje de Baker”.

Tres años más tarde, en 1907, fue cuando Edward H. Angle publicó su famosa obra “Treatment of Malocclusion of Teeth”, en la que proponía una clasificación de las maloclusiones y el uso de las correspondientes fuerzas elásticas (Clase I, Clase II y Clase III) para su corrección (Angle, 1907).

Entre 1973 y 1996, Michael Langlade desarrolló la aplicación clínica de fuerzas elásticas en diferentes situaciones, tales como los elásticos oclusales o los elásticos contralaterales en mordidas cruzadas, proponiendo biomecánicas comparativas de uso clínico (Langlade, 2000).

El deslizamiento es el movimiento de un objeto sobre otro en contacto. En este caso, del arco y bracket. La fricción (fuerza normal por coeficiente de fricción) junto con el binding (fenómeno que ocurre cuando el arco contacta con los extremos del bracket) y el notching (efecto producido cuando los extremos del bracket en contacto con el arco provocan una pérdida de sustancia o deformación definitiva en el arco) son las variables que influyen en el deslizamiento.

El cierre de espacios por deslizamiento es un proceso termodinámico casi estático, debido a las características biológicas y mecánicas del movimiento. Esto significa que se realiza lentamente y a través de una secuencia de estados cercanos al equilibrio, alternando deslizamiento la clínica de cierre de espacios por mecánica de deslizamiento (movimiento coronario) con resistencia al deslizamiento (movimiento radicular). Aparenta una contradicción, la mecánica por deslizamiento necesita de resistencia al deslizamiento. Se produce inclinación coronaria de la pieza o grupo de piezas y luego, se endereza o enderezan radicularmente. Este ciclo se repite numerosas veces hasta cerrar el espacio. Este fenómeno se ha denominado ratcheting effect (Burrow, 2009).

El sistema de arco recto logró la nivelación de las ranuras de los brackets; por ende, permitió la mecánica de deslizamiento sin preocuparse por pérdidas de anclaje de in-out y torque (McLaughlin y Bennet, 1993). Se ha llamado esta mecánica: “friction

mechanics” (mecánica por fricción), este nombre es impreciso, ya que la fricción es una parte del deslizamiento. Por lo tanto, un término más adecuado es “mecánica por deslizamiento” (Proffit, 2007).

Como es conocido por muchos ortodoncistas, las tendencias actuales en ortodoncia están dirigidas hacia los tratamientos con fuerzas ligeras, por esta razón, se han desarrollado bajo estas perspectivas biomecánicas, varios sistemas que comulgan en estas filosofías, por un lado el resurgimiento de los sistemas de autoligado que ha ido penetrado progresivamente en el mercado con brackets, cada día más costosos, entre los ortodoncistas en distintas latitudes.

Son sistemas diseñados para el manejo de las fuerzas ligeras basados en los mismos principios biomecánicos de los brackets de autoligado, ya sean pasivos o activos, pero a los que se les ha mantenido el control de torque y deslizamiento, con un mejor y más eficaz manejo (Quirós, 2014).

La mecánica de cierre de espacios por deslizamiento es ampliamente utilizada actualmente. Presenta una serie de ventajas que fundan su popularidad sobre la mecánica de cierre por ansas, según expertos. Evita la aplicación de fuerzas excesivas, ya que la fuerza no es generada por el arco en sí; no necesita de configuraciones complejas en el arco, por ende la instalación de este arco consume menos tiempo, es más sencilla y es más cómodo para los pacientes, debido a que evita las ansas de cierre (Park et al, 2004).

Se divide en dos tipos; individual y en masa. Individual, en donde el complejo diente-bracket se desliza a través del arco ortodóncico y se realiza movilizándolo solamente una pieza dental, principalmente, el canino. En masa, en donde se mueve el arco ortodóncico a través del complejo diente-bracket y se realiza con un grupo de piezas dentales que generalmente son los seis anteriores. En este trabajo se analizará la mejor evidencia disponible sobre esta mecánica. A los fines de homogeneizar y simplificar se tomará el cierre de espacios como movimiento a distal del sector anterior siendo el más aplicado en la clínica (Nanda, 1998).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante el tratamiento de ortodoncia las cadenas elastoméricas son utilizadas en diversas funciones como distalización de caninos, corrección de mal posiciones dentarias, tracción de caninos impactados, cierre de pequeños espacios interdientales y a veces, no muy recomendado cierre de espacios de extracciones, para ello son utilizados diferentes marcas los cuales difieren en su fuerza calibre, espesor y en su tiempo de vida. En la actualidad se desconoce el cambio en la fuerza elástica en cadenas elastoméricas de la marca ORTHO SOUL comparado con cadenas elásticas de la marca 3 M y de la marca GAC.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar cuáles cadenas elastoméricas de las marcas 3M, GAC y ORTHO SOUL presentan una fuerza menor deformación y pérdida de fuerza después de un mes de uso intraoral.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar la fuerza elástica en cadenas elastoméricas de la marca 3M.

Evaluar la fuerza elástica en cadenas elastoméricas de la marca GAC.

Evaluar la fuerza elástica en cadenas elastoméricas de la marca ORTHO SOUL.

Comparar la fuerza elástica en cadenas elastoméricas de las marcas 3M, GAC y ORTHO SOUL.

3. METODOLOGÍA

3.1 SUJETO EXPERIMENTAL

Estudio Transversal, observacional y comparativo. En el cual se evaluaron distintas marcas de cadenas elastoméricas cerradas de 6 eslabones, después de un mes de uso intraoral se utilizaron 15 muestras de la marca 3M, 15 muestras de la marca GAC y 15 muestras de la marca Ortho soul fueron recolectadas en el Posgrado en Ortodoncia de la Universidad Autónoma de Querétaro. Se determinara cuáles cadenas elastoméricas de las marcas 3M, GAC y ORTHO SOUL presentan una menor deformación y pérdida de fuerza después de un mes de uso intraoral.

3.2 METODOS

Paso.1-Se recolectaron cadenas elastoméricas cerrada de 6 eslabones de las 3 marcas de interés que fueron utilizadas durante un mes de tratamiento. Es importante señalar que estas cadenas se reemplazan cada mes durante el tratamiento del paciente y estas cadenas “usadas” son desechadas por el Posgrado en Ortodoncia de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Paso.2-Se Registraron de las cadenas de elástomericas cerrada de 6 eslabones de las tres marcas a tratar después de un mes de uso intraoral se recolectaron en tubos Eppendorf numerados del 1al 45 en agua destilada a temperatura ambiente. (Fig.1).



Fig.1

Después mediante la maquina universal de pruebas se colocó un gancho superior y otro inferior ambos de 0.045 mm de acero inoxidable. (Fig.2).



Fig.2

Paso.3-Posteriormente conectando las cadenas elásticas en el gancho superior e inferior se realizó la tracción de cada cadena registrada (Fig.3). Se midió la fuerza elástica y deformación elástica de cada una de las cadenas elásticas después de un mes de uso intraoral de las tres marcas que se evaluaron.



Fig.3

Paso.4-Se realizó la tracción una velocidad de 0.05 mm. Por segundo hasta la ruptura de cada cadena elastomérica. Obteniendo así la fuerza elástica en newtons y la deformación elástica en milímetros de los 45 especímenes de cadenas elásticas de las tres marcas a evaluar. (Fig.4)



Fig.4

Paso.5-Se registró en una base de datos la fuerza elástica y deformación elástica obtenida de cada cadena elastoméricas de las tres marcas que se evaluaron para posteriormente realizar el análisis estadístico.(Fig.5).

Paso.6-Se realizó la comparación de las tres marcas de interés valorando la pérdida de fuerza y deformación de las cadenas elastoméricas de las tres marcas de interés después de un mes de uso intraoral.

Paso.7- Se registró en una base de datos la fuerza elástica y deformación elástica obtenida de cada cadena elastomérica de las tres marcas que se evaluaron para posteriormente realizar el análisis estadístico.(Fig.5). Se procesaron los datos en tablas

Distribución de frecuencias y porcentajes de las variables de deformación y fuerza			
Deformación (mm)	Fuerza (N)	Frecuencia	Porcentaje
1	0.0	28.00	23.33
2	0.0	6.0	5.00
3	0.0	22.00	18.33
4	0.0	14.00	11.67
5	0.0	13.00	10.83
6	0.0	27.00	22.50
7	0.0	10.00	8.33
8	0.0	19.00	15.83
9	0.0	58.00	48.33
10	0.0	21.00	17.50
11	0.0	10.00	8.33
12	0.0	14.00	11.67
13	0.0	10.00	8.33
14	0.0	10.00	8.33
15	0.0	11.00	9.17
16	0.0	10.00	8.33
17	0.0	10.00	8.33
18	0.0	10.00	8.33
19	0.0	10.00	8.33
20	0.0	10.00	8.33
21	0.0	11.00	9.17
22	0.0	10.00	8.33
23	0.0	10.00	8.33
24	0.0	10.00	8.33
25	0.0	10.00	8.33
26	0.0	10.00	8.33
27	0.0	10.00	8.33
28	0.0	10.00	8.33
29	0.0	10.00	8.33
30	0.0	10.00	8.33
31	0.0	10.00	8.33
32	0.0	10.00	8.33
33	0.0	10.00	8.33
34	0.0	10.00	8.33
35	0.0	10.00	8.33
36	0.0	10.00	8.33
37	0.0	10.00	8.33
38	0.0	10.00	8.33
39	0.0	10.00	8.33
40	0.0	10.00	8.33
41	0.0	10.00	8.33
42	0.0	10.00	8.33
43	0.0	10.00	8.33
44	0.0	10.00	8.33
45	0.0	10.00	8.33
46	0.0	10.00	8.33
47	0.0	10.00	8.33
48	0.0	10.00	8.33

Marca	Deformación	Fuerza
001	811.75	221.5
002	20.00	23.00
003	41.00	21.00
004	8.00	8.00
005	31.00	25.00
006	49.00	31.00
007	1.00	4.00
008	31.714	10.74
009	81.30	31.40
010	8.00	8.00

Fig.5

3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron los datos cuantitativos en media, desviación estándar y rango, para detectar diferencias estadísticamente significativas, Se realizó el análisis estadístico de ANOVA con la prueba de Post hoc de Tuckey, considerando valores estadísticamente significativos a un valor de $p \leq 0.05$.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 RESULTADOS

En la tabla 1. Se muestran los resultados obtenidos en resistencia a la fuerza elástica de los distintos grupos de cadenas elastoméricas las distintas marcas de cadenas elastoméricas. Se realizó el análisis estadístico de ANOVA con la prueba de Post hoc de Tuckey, considerando valores estadísticamente significativos a un valor de $p \leq 0.05$.

Tabla.1 Resistencia a la fuerza elástica de los distintos grupos de cadenas elásticas

MEDICIÓN	GRUPO 1 (3M)	GRUPO 2 (GAC)	GRUPO 3 (Ortho Soul)	VALOR DE P
RESISTENCIA A LA FUERZA ELÁSTICA (N/g)		X± D.E. (Rango)		
	21.82±5.25 (26.1-15.4)	25.06±4.49 (31.4-14.3)	18.74±0.84 (28.4-6.9)	0.0009*

X = Promedio; D.E.= desviación estándar. Grupo 1: Cadenas marca 3M; Grupo 2: Cadenas marca GAC activo; Grupo 3: Cadenas marca Ortho Soul.

ANOVA, el análisis pos hoc de Tukey con significancia estadística en Grupo 2 Vs grupo 3.

De acuerdo a los resultados obtenidos se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa en la resistencia al fuerza elástica de la cadena elastomérica GAC y Ortho soul que son el grupo 2 y el grupo 3.

En la Tabla 2. Se muestran los resultados obtenidos en resistencia a la deformación elástica de los distintos grupos de cadenas elastoméricas las distintas marcas de cadenas elastoméricas. Se realizó el análisis estadístico de ANOVA con la prueba de Post hoc de Tuckey, considerando valores estadísticamente significativos a un valor de $p \leq 0.05$.

Tabla 2. Resistencia a la deformación elástica de los distintos grupos de cadenas elásticas

MEDICIÓN	GRUPO 1 (3M)	GRUPO 2 (GAC)	GRUPO 3 (OrthoSoul)	VALOR DE P
RESISTENCIA A LA DEFORMACION ELÁSTICA (mm)		X± D.E. (Rango)		
	38.45±9.80 (46.96- 28.11)	32.68±8.60 (45.9-16.12)	38.78±9.80 (51.32-23.45)	0.0919

X = Promedio; D.E.= desviación estándar. Grupo 1: Cadenas marca 3M; Grupo 2: Cadenas marca GAC activo; Grupo 3: Cadenas marca Ortho Soul. ANOVA.

Al evaluar los resultados de la tabla 2 observamos una gran diferencia en el promedio de deformación elástica de las cadenas GAC es mucho menor que los demás grupos que tienen una mayor deformación

En los demás grupos no existieron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, si se puede observar una pequeña diferencia entre los grupos.

4.2 DISCUSIÓN

Las cadenas elastoméricas son utilizadas desde 1960 en la práctica ortodóncica, sirven para generar fuerzas leves y continuas para mover dientes. Las principales cualidades son su bajo costo y fácil colocación; sin embargo la principal debilidad es poder brindar niveles de fuerza continua por un periodo prolongado de tiempo.

Es necesario conocer las propiedades físico-químicas de los distintos elásticos empleados en los tratamientos ortodóncicos, como la pérdida de fuerza y los factores que pueden modificarlo. Saber las fuerzas que están produciendo los elásticos ortodóncicos en cada momento, valorar si estas fuerzas resultan o no efectivas para la movilización dentaria y valorar el intervalo de tiempo en el que los elásticos deben ser renovados.

En la actualidad, se han realizado muy pocos estudios acerca de la influencia del pigmento en la fuerza de desintegración de las cadenas elastoméricas. Ash et Al (1978). Demostró diferencias en las fuerzas iniciales y decaídas de esta con relación a las diferentes marcas de cadenas elastoméricas.

Bhowmich (2001) La mayoría de los componentes del elastómero mejoran el procesado del material; uno de los componentes que más puede afectarlo es el plastificante. Este es un diluyente de bajo peso molecular, incorporado para aumentar la flexibilidad. Una desventaja que tiene, es su carácter migratorio cuando se encuentra en un medio acuoso, por lo cual el material puede perderlo y aumentar su rigidez.

Cuando se realizan pruebas en las cadenas elastoméricas, los ortodoncistas buscan conocer su potencial elástico y si en realidad este material ejerce la fuerza necesaria para realizar los movimientos deseados.

Durante el tratamiento de ortodoncia las cadenas elastoméricas son utilizadas en diversas funciones como distalización de caninos, corrección de mal posiciones dentarias, tracción de caninos impactados, cierre de pequeños espacios interdentes y a veces, no muy recomendado cierre de espacios de extracciones.

El presente estudio evaluó la resistencia a la fuerza elástica y la deformación elástica donde no existen diferencias significativas en la deformación elástica, solo arrojó una diferencia significativa en resistencia a la fuerza elástica entre el grupo 2(Gac) y grupo 3 (Ortho soul). Recordemos que los principios biológicos del movimiento ortodóncico mencionan que las fuerzas requeridas para producir movimientos dentales deben ser ligeras y continuas para no causar daños en los tejidos periodontales.

Según Baty et al (1994) El estiramiento elástico es un proceso reversible que se produce cuando una carga aplicada provoca que las moléculas de polímero individuales se desenrollen, enderecen y extiendan. Pero cuando se mantiene la carga, las moléculas de polímero se deslizan una sobre otra dando como resultado, que la fuerza entregada por la cadena se reduzca irreversiblemente, lo que conduce a la deformación elástica.

Ren et al (2003) concluyó que existe evidencia científica para recomendar el nivel de fuerza óptimo, sugiriendo que la magnitud de la fuerza necesaria para el movimiento de los caninos es de 100 a 300 gr, otros estudios sugieren que las magnitudes de fuerza ideales para el cierre del espacio es de 150 a 200 gr.

Sin embargo en diferentes estudios se encontraron valores similares de fuerza inicial como en el presente estudio, por ejemplo en el estudio de Mirhashemi et al (2012), Los resultados obtenidos en el presente estudio nos abren un panorama para selección de cadenas elastoméricas, según los resultados clínicos y biomecánicos para obtener un menor margen de efectos no deseados.

Lu et al (1993). La degradación de la fuerza experimentada por materiales elásticos sintéticos se incrementa significativamente cuando son sometidas a condiciones de humedad, que cuando se mide en un ambiente seco. La exposición del elastómero al agua o saliva determina un debilitamiento de las fuerzas intermoleculares, con absorción de agua, y en consecuencia la formación de puentes de hidrógeno entre las moléculas de agua y macromoléculas polímero.

Es importante conocer las características del elastómero para un mejor plan de sistema de fuerzas para emplearlas y saber cómo cuantificarlas. Sería adecuado conocer la composición exacta de las cadenas elastoméricas ya que la presencia de plastificantes o aditivos influye en la flexibilidad del material. Los valores finales de la fuerza de tracción, así como el porcentaje de degradación de fuerzas de ambas marcas nos permiten determinar la cantidad de fuerza que se debe aplicar en la boca del paciente y así obtener movimientos biológicos para lograr resultados clínicos exitosos.

Nuestro estudio puede entrar en controversia para la elección marcas de cadenas elastoméricas que serán utilizadas en el tratamiento de ortodoncia; además de las diferencias entre las fuerzas liberadas entre las distintas marcas.

Es importante que el ortodoncista tome en cuenta estos detalles que le permitan obtener mejores resultados dependiendo su situación clínica de acuerdo a las necesidades de cada paciente. Utilizando una cadena elastomérica de mayor resistencia a la fuerza elástica, cuando sea necesario mantener una fuerza constante y una cadena elastomérica de menor resistencia a la fuerza con mayor deformación elástica cuando sea necesario perder la fuerza ejercida gradualmente,

Con los resultados obtenidos en este estudio se puede inferir que el grupo 2(GAC) sería el más indicado para los fines ortodónticos, ya que tanto en las mediciones de fuerza como en las mediciones de alargamiento, fue el que se comportó de manera más uniforme es decir, menor pérdida de fuerza a las 4 semanas así como menor alargamiento, pero estos mismos atributos podrían repercutir en el estado fisiológico de la cavidad oral también en un uso prolongado mayor al mes de uso continuo de destinada fuerza provocando movimientos indeseados dañando la función, estética y salud oral.

Nuestro estudio proporciona conocimientos en la especialidad de ortodoncia que permite tomar decisiones adecuadas en la selección de cadenas elastoméricas teniendo en cuenta las virtudes de cada marca en función de brindar un adecuado tratamiento, por lo que se recomienda la elección de materiales elásticos cuyas propiedades mecánicas den los mejores resultados al proporcionar una fuerza óptima y útil por determinado periodo tiempo.

4.3 CONCLUSIÓN

La mayor degradación de fuerza elástica fue las cadenas elastoméricas de la marca Ortho soul al igual obtuvo la mayor deformación elástica. Se obtuvo solamente una diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la fuerza elástica de la cadena elastomérica GAC y Ortho soul.

La marca 3M tuvo una degradación de fuerza menor que la marca GAC pero mayor que la Ortho soul aunque obtuvieron una deformación elástica similar lo que nos indica que estas marcas se pueden utilizar cuando es necesaria una pérdida de fuerza paulatina para no causar algún movimiento indeseado.

La marca GAC tuvo un menor porcentaje de degradación de fuerza elástica y deformación, lo cual podría inferir que sus cadenas elastoméricas son las que mantienen una fuerza constante por mayor tiempo, lo cual los ortodoncistas deben tener cuidado al utilizar esta marca y no causar movimientos indeseados así como daño biológico.

Debemos conocer la cantidad de fuerza que proporciona cada cadena elastomérica es importante para determinar la cantidad de fuerza que debemos aplicar al colocarla en la boca, considerando la pérdida que se tendrá en el transcurso del tiempo y así poder obtener movimientos biológicos que nos lleven a mejores resultados clínicos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ash, J. Nikolai, R. 1978 Relaxation of orthodontic elastomeric chains and modules in vitro and in vivo. *J Dent Res.*; 57: 685-90.
- Arnaez, S. 2008 .Pérdida de fuerza de los elásticos de uso intraoral en ortodoncia. Repositorio Institucional Universidad Oviedo. 5-6
- Baty, D. Volz, J. Von Fraunhofer, J. 1994 Force delivery properties of colored elastomeric modules. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*; 106: 40-6.
- Baca, A. 1992 .Historia de la Ortodoncia: la ortodoncia desde 1800 hasta Angle. *Revista Española de Ortodoncia.*(22) 109-120.
- Baker, D. Ovchinnikov, S. Kamisetty, H. 2014 .Robust and accurate prediction of residue–residue interactions across protein interfaces using evolutionary information. *ELIFE.*(3) 3-4.
- Barlow, K. 2008 .Factor influencing Efficiency of sliding mechanics to close extraction space : a systematic review. *Orthod Craniofac Res.*(2) 65-73.
- Burrow, S. L. 2009. Friction and resistance to sliding in orthodontics: a critical Review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* (1) 175-200.
- Bhowmich, A. K. 2001 Handbook of elastomers. 2^o edition. Edit. Marcel Dekker.
- Camargo, L. 2007. Fricción durante la retracción de caninos en ortodoncia.» *Revista CES odontología.*(2) 57-63.
- Choy, K., Pae, E.K., Kim K.H., Park Y.C., Burstone C.J. 2002 .Controlled space closure with a statically determinate retraction system. *Angle Orthod.*(72)19198.
- Gustavus, E. 1953. Irregularidades Dentarias. Dental New Setter.
- Herrera, M. L., Katagiri, M. K., Gayoso, C. Á. 2006. Estudio in-vitro del deterioro de

las propiedades elásticas de las cadenas elastoméricas. *Revista odontológica mexicana*, (10), 79-82.

Llanes, M. 2013. Comparación de la durabilidad, deformación elástica y plástica de tres tipos de módulos elastoméricos en el postgrado de ortodoncia de la Universidad de Cuenca periodo.

Langlade, M. 2000. Clasificación de las fuerzas elásticas. New York: GAC International.(5) 188-197.

Lopez, N. 2016. Estudio In Vitro de la Pérdida de Fuerza de los elásticos de latex y no latex. Universidad de Oviedo.

Lu, C. Wang, N. Tarng, H. Chen, W. Force decay of elastomeric chain--a serial study. Part II. *Am j orthod dentofacial Orthop.* 1993; 104: 373-7.

Marcipar, C.A. 2005. Cierre de espacios. Sociedad Argentina de Ortodoncia.

McLaughlin, R. P., Bennet, J. C., Trevisi, H. 1993. Treatment mechanics a new approach. London: Wolfe. 8-29.

McLaughlin, R., Bennett, John C., Trevisi, H. 1990. Mecánica Sistemizada. Madrid. Mosby.

Morales-Pulachet, E.C. 2014. Degradación de fuerzas en cadenas elastoméricas de dos marcas diferentes. Estudio in vitro. *KIRU*.(11) 110-111.

Mirhashemi. A. Saffarshahroudi, A. Sodagar, A. Atai, M. 2012 Force-degradation pattern of six different orthodontic elastomeric chains. *J Dent (Tehran)*.;9(4):204-15.

Nanda, R. 1998. Biomecánica en Ortodoncia clínica. *Medica Panamerica*.175-200.

- Ortega, S.A. 2015. Estudio in vitro comparativo de la pérdida de fuerza de cadenas elásticas cerradas de cinco marcas comerciales sometidas a fuerza de tracción que se encuentran inmersas en un medio salival artificial.
- Park, H.S., Kwon, T. G. 2004. Sliding mechanics whit micoscrew implant anchorage. Angle Orthod.(74) 703-710.
- Pithon, M., Souza, R., Andrade L.M. , Alves de Souza R. 2013. Mechanical properties intermaxillary latex and latex-free elastics. Journal of the World Federation.(2)15-18.
- Ren, Y. Maltha, JC. Kuijpers-Jagtman, AM. 2003 Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. Angle Orthod.;73(1):86-92.
- Quirós, A. 2014. Sistema Biofuncional®, el camino a la nueva Ortodoncia. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria.
- Sia, S., Yoshida, N. 2007 .Determining the center of resistance of maxillary anterior subjected to retraction forces in sliding mechanics an in vivo study. Angle Orthod. (77) 999-1003.

6. APENDICE

ANEXO 1

HOJAS DE REGISTRO DE DATOS

1	Evaluacion de la deformacion y perdida de fuerza de las cadenas elastomericas de la marca				
2	3M,Gac y Ortho Soul despues de un mes de uso intraoral				
3	Cadena	↑	Marca	Fuerza	Desplazamiento
4	1		OS	20.45	23.45
5	2		3M	19.85	34.34
6	3		OS	15.3	36.85
7	4		OS	18.25	26.34
8	5		OS	6.9	24.29
9	6		OS	20.5	47.24
10	7		3M	22.1	31.5
11	8		OS	18.25	48.5
12	9		OS	17.2	49.89
13	10		3M	26.1	28.11
14	11		3M	24	43.43
15	12		3M	23.5	44.39
16	13		3M	21.5	42.92
17	14		3M	20.3	38.64
18	15		OS	20.65	51.32
19	16		OS	21	46.52
20	17		OS	14.9	47.8
21	18		3M	23.95	46.96
22	19		3M	22.9	42.37
23	20		3M	21.6	43.57
24	21		3M	21.35	31.3
25	22		OS	18.9	35.25

	B	C	D
23	3M	21.6	43.57
24	3M	21.35	31.3
25	OS	18.9	35.25
26	3M	19.05	29.5
27	OS	13.6	32.51
28	GAC	23.8	39.97
29	GAC	22.9	42.5
30	GAC	21.5	30.15
31	GAC	30.15	45.48
32	GAC	27.3	45.9
33	GAC	31.4	38.89
34	GAC	21.55	24.99
35	GAC	26.65	29.36
36	GAC	29.5	28.21
37	GAC	21	16.12
38	GAC	29.5	35.91
39	GAC	27	28.6
40	GAC	25.75	32.49
41	GAC	14.3	29
42	GAC	23.6	22.72
43	3M	21.9	42.19
44	3M	23.8	43.11
45	3M	15.4	34.56
46	OS	19	45.3
47	OS	28.4	33.07
48	OS	27.8	33.43

ANEXO 2

REGISTO: PROMEDIO, RANGO Y DESVIACION ESTANDAR

3M	Desplazamiento	Fuerza	
suma=	571.21	294.85	
Promedio=	38.45	21.82	
Rango=	46.96 - 28.11	26.1 - 15.4	
DesvS	9.63498051	4.46417752	
GAC			
Promedio=	39.9113333	22.2866667	
Rango=	45.9-16.12	31.4-14.3	
DesvS=	6.56823728	4.86545647	
OS			
Promedio=	38.0806667	19.6566667	
Rango=	51.32-23.45	28.4-6.9	
DesvS=	9.63498051	4.46417752	