

Evaluación de la degradación de la fuerza de cadenas elastoméricas de cuatro marcas diferentes

Patricia Torres-Reyes¹
 Giselle Alejandra Manuel-Chávez²
 Enrique Cavazos-López¹
 Ignacio Aguilera-Longoria²
 Zahida Arellano-Sandoval¹

Resumen

Introducción: La introducción de los hules sintéticos en el año de 1920, abre paso a la fabricación de cadenas elásticas, las cuales, por su composición, permiten regresar a su forma original después de aplicada una fuerza a través de ellas, teniendo como la finalidad inducir movimiento dental continuo biológicamente tolerable, pero que a su vez pueden deformarse por el uso y presentar disminución en la fuerza ejercida.

Objetivo: Evaluar la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas TP Orthodontics®, American Orthodontic®, TD Orthodontics®, Ah Kim Pech® **Materiales y Métodos:** Estudio in vitro donde se emplearon cadenas elastoméricas de segunda generación color gris de las siguientes marcas, TP Orthodontics®, American Orthodontic®, TD Orthodontics®, Ah Kim Pech®, utilizando cincuenta segmentos de cadenas elásticas de cada marca divididas en cuatro grupos y evaluadas a los 7, 14, 21, 28 días. Las muestras se estiraron hasta el doble de su longitud original y se mantuvieron constantes hasta su rompimiento. La medición de la degradación de la fuerza se realizó con una máquina de prueba universal INSTRON 3365. Los datos fueron analizados mediante programa SPSS V.20. **Resultados:** TD Orthodontic® muestra el valor más alto de carga máxima de las marcas sometidas a estudio, ascendiendo de forma gradual desde los 7 días hasta los 28 días, con una carga máxima de 37.13 N. lo que representa que dicha cadena elastomérica tiene mayor resistencia a la fractura, en comparación con la de American Orthodontics® que arroja los valores de carga máxima más bajos de toda la muestra. **Conclusión:** La degradación de la fuerza de la cadena elastomérica depende de la marca comercial empleada. TD Orthodontic® mostró ser la que mejor comportamiento presenta ante la prueba de tensión, registrando los valores más elevados.

Palabras clave: Elastómeros, polímeros, ortodoncia, fuerza de tensión, movimiento dental, fuerza.

Evaluation of the degradation of the strength of elastomeric chains of four different brands

Abstract

Introduction: The introduction of synthetic rubbers in the year 1920, opens the way to the manufacture of elastic chains, which, by their composition, allow to return to its original form after applying a force through them, having as its purpose induce biologically tolerable continuous dental movement, but which in turn can be deformed by use and present a decrease in the force exerted. **Objective:** To evaluate the degradation of the strength of the elastomeric chains TP Orthodontics®, American Orthodontic®, TD Orthodontics®, Ah Kim Pech® **Materials and Methods:** In vitro study where gray second-generation elastomeric chains of the following brands were used, TP Orthodontics®, American Orthodontic®, TD Orthodontics®, Ah Kim Pech®, using fifty segments of elastic chains of each brand divided into four groups and evaluated at 7, 14, 21, 28 days. The samples were stretched to twice their original length and remained constant until they broke. The measurement of the strength degradation was carried out with an INSTRON 3365 universal test machine. The data were analyzed by SPSS V.20 program. **Results:** TD Orthodontic® shows the highest value of maximum load of the brands under study, ascending gradually from 7 days to 28 days, with a maximum load of 37.13 N. This represents that the elastomeric chain has a higher Resistance to fracture, compared to that of American Orthodontics® that gave the lowest maximum load values of the entire sample. **Conclusion:** The degradation of the strength of the elastomeric chain depends on the trademark used. TD Orthodontic® showed to be the one that better behavior presents before the tension test, registering the highest values.

Keywords: Elastomers, polymers, orthodontics, tensional force, tooth movement, strength.

Recibido: Mayo 2019, Aceptado: Junio 2019, Publicado: Junio 2019

Citación:

Torres-Reyes P, Manuel-Chávez GA, Cavazos-López E, Aguilera-Longoria I, Arellano-Sandoval Z. Evaluación de la degradación de la fuerza de cadenas elastoméricas de cuatro marcas diferentes. Journal Odont Col. 2019;12(23):42-50

1. Docente-Investigador. Facultad de Odontología Unidad Saltillo. Maestría en Ciencias Odontológicas Acentuación Ortodoncia. Facultad de Odontología Unidad Torreón

2. Alumno. Maestría en Ciencias Odontológicas Acentuación Ortodoncia. Facultad de Odontología Unidad Torreón. Universidad Autónoma de Coahuila

3. Docente-Investigador. Maestría en Ciencias Odontológicas Acentuación Ortodoncia. Facultad de Odontología Unidad Torreón. Universidad Autónoma de Coahuila

Autor responsable de correspondencia: Patricia Torres Reyes
 Correo electrónico: patricia.torres@uadec.edu.mx.



Introducción

En el área de ortodoncia, el movimiento dental se da como resultado de la aplicación de una fuerza sobre el complejo dental. Dichas fuerzas se transmiten por medio de aparato-logía fija o removible que es colocada sobre el sistema dental accionado por un especialista calificado. Con el objetivo de producir movimiento dental controlado, los dientes y todas las estructuras de soporte adyacentes interactúan respondiendo a dichas fuerzas aplicadas, dando como resultado determinado movimiento dental (1).

Con la finalidad de obtener ortodóncica, precisa y adecuadamente una respuesta biológica y mecánica, se deben emplear aditamentos y aparatología que promueven tales estímulos biológicos, provocando así la reproducción de movimientos específicos a través del hueso, para tal resultado se emplean aditamentos mecánicos como lo son, productos elastoméricos (cadenas elastoméricas), brackets, ligadura, arcos, siendo además de gran importancia que el profesional esté informado sobre las propiedades, composición, fuerzas y efectos que ejerce cada uno de los materiales, lo que se verá reflejado en determinado tiempo en estabilidad y buen manejo del tratamiento. Se consideran como aditamentos de uso frecuente por su fácil manejo y bajo costo (2).

El tratamiento de ortodoncia consiste en la aplicación de principios de biomecánica, y dicha biomecánica reconocida como una ciencia, describe el efecto que tienen las fuerzas al ejercerlas sobre un cuerpo, permitiendo incluso predecir sobre el comportamiento de las estructuras que hayan sido expuestas a situaciones, aditamentos o ambientes determinados (3). Es necesario tener conocimientos base sobre cómo aplicar de manera adecuada los principios de biomecánica y poder así generar un correcto control del tratamiento de ortodoncia (3). Uno de los principales métodos de elección para generar movimiento dental son las cadenas elastoméricas, dichas cadenas se empezaron a emplear en la odontología en el año de 1960, proveyendo de características elásticas y estiramiento constante variando según por el tiempo de uso.

Las cadenas están fabricadas principalmente de poliuretano, que éste a su vez es un polímero, lo cual le otorga las características elásticas antes mencionadas y que a su vez ésta propiedad dependerá de su proceso de manufactura, influyendo así en los resultados que se tengan durante el tratamiento (4, 5). Las propiedades de las cadenas elásticas se ven afectadas por diversos factores al exponerse al medio intraoral, entre los factores destacan la masticación, la exposición a sustancias de la salival, los cambios de pH, y sumado a esto, el estiramiento y tensión constantes a las que son expuestas las cadenas elásticas provocará la degradación de la fuerza del material y fatiga de este conforme pasa el tiempo de uso en boca (4, 6). Se han reportado estudios comparativos sobre la fatiga de la fuerza de cadenas elásticas, lo que nos proporciona no sólo información sobre los distintos materiales elásticos existentes, sobre su proceso de manufactura o su composición, sino que además estos

estudios reportan si la fuerza que proporcionan dichos aditamentos es la óptima para generar movimiento dental adecuado, y en algunos otros casos pudiendo además comparar su degradación (6-8). Teniendo como antecedente investigaciones de sobre la degradación que sufren las cadenas elastoméricas de distintas marcas y en tiempos variables, el propósito de este estudio es evaluar in vitro la degradación de la fuerza de cuatro marcas de cadenas elastoméricas expuestas a estrés constante en cinco intervalos de tiempo: control, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días.

Dentro de los métodos para aplicar fuerzas en los tratamientos de ortodoncia se encuentran las cadenas elastoméricas, estudios anteriores han demostrado en dichos elastómeros de poliuretano; estrés y relajación perdiendo la mayor cantidad de fuerza en cuestión de minutos. Una vez que los elásticos se activan, comienzan a alargarse y debido al aumento de tamaño permanente, se presenta una disminución de la fuerza ejercida sobre los dientes. Estudios anteriores muestran que la capacidad de las cadenas para producir fuerza necesaria decrece en determinado tiempo, lo que indica que es conveniente realizar el cambio de dicho material. Resultados como estos demuestran que las cadenas pierden su fuerza con el paso del tiempo y sus propiedades son modificadas generando un ineficiente movimiento dental. En el tratamiento de ortodoncia su uso es cotidiano, por lo que se realizará un estudio controlado para evaluar la degradación de la fuerza de las cadenas de distintas marcas y saber así cuál tiene mayor eficacia para los movimientos durante el tratamiento de ortodoncia, y además conocer con qué frecuencia deben ser remplazadas para un resultado óptimo.

Objetivos

Evaluar la degradación de fuerzas de las cadenas elastoméricas TP Orthodontics®, American Orthodontic®, TD Orthodontics®, Ah Kim Pech® expuestas a tensión constante en cinco intervalos de tiempo.

Metodología

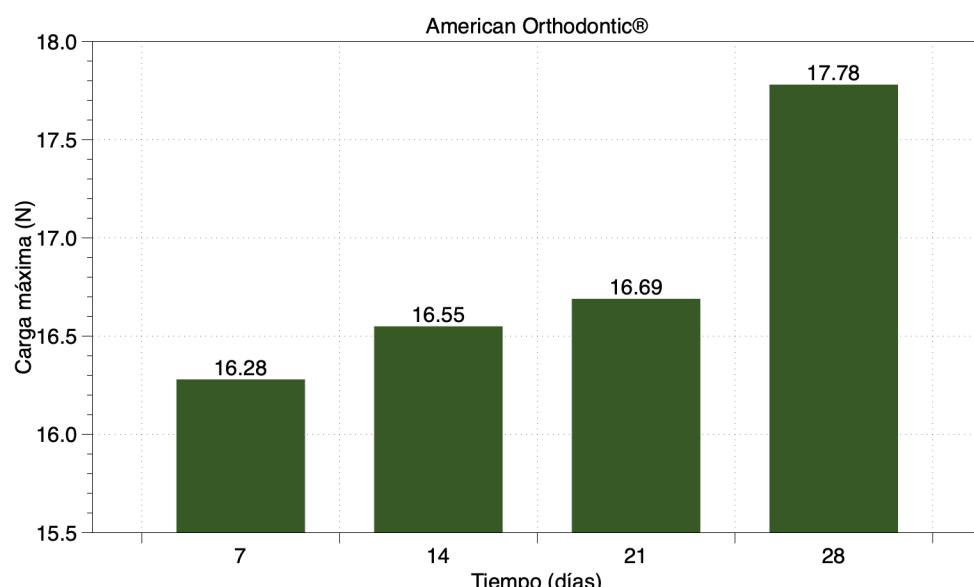
Se realizó un estudio experimental in vitro, cuantitativo, longitudinal y prospectivo en el que se evaluaron cuatro marcas de cadenas elastoméricas continuas de segunda generación color gris de las marcas TP Orthodontics®, American Orthodontic®, TD Orthodontics®, Ah Kim Pech® para evaluar la degradación de la fuerza de cada marca expuesta a tensión constante en cuatro intervalos de tiempo: 7 días, 14 días, 21 días y 28 días. De cada marca de cadena elastomérica se tomaron cuarenta segmentos de 12 eslabones cada uno. Fueron divididos en cuatro grupos, cada grupo con 10 segmentos cada uno. El grupo 1 fue analizado a los 7 días de tensión constante, el grupo 2 a los 14 días de tensión constante, el grupo 3 a los 21 días de tensión constante y, por último, el grupo 4 a los 28 días de tensión constante.

Se fabricaron bases metálicas de 9 cm. x 5.5 cm. con pines en los extremos para cargar 10 hileras de 12 eslabones de cadena cada una, donde la distancia que existe entre un pin de un extremo y otro simulan la distancian que existe de molar a molar en la arcada dental, con una separación de 8.2 cm.

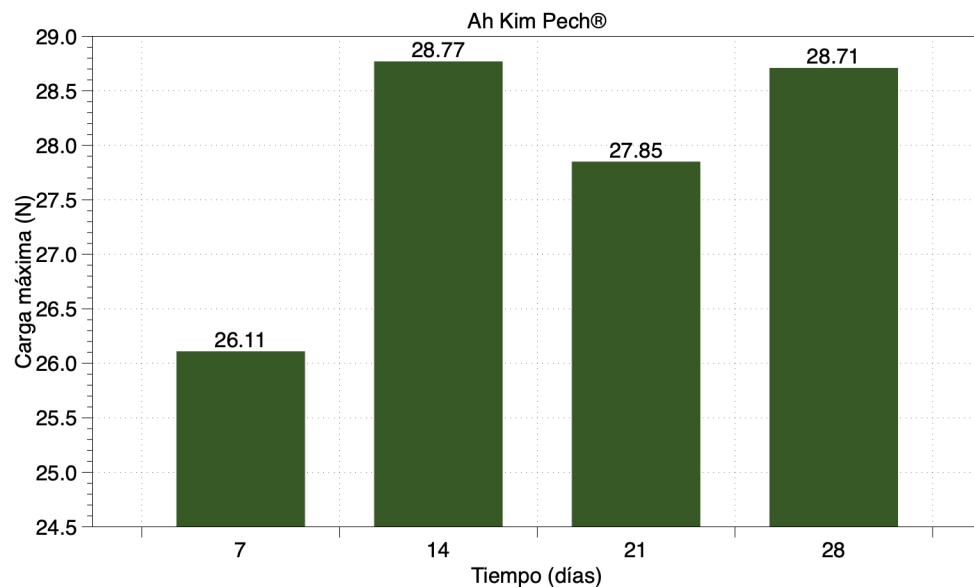
Las muestras se estiraron hasta el doble de su longitud original y se mantuvieron constantes en las placas metálicas prefabricadas. Se tomaron registros de tensión en los períodos de 7 días, 14 días, 21 días, y 28 días. Después de la toma de tracción inicial, las muestras fueron colocadas en los intervalos de tiempo ya mencionados. Posterior a esto fueron colocadas en la máquina de ensayo universal INSTRON 3365 mediante placas a presión para generar tensión hasta su rompimiento en cada uno de los grupos. Los datos fueron analizados mediante la prueba estadística T student en el programa SPSS V.21.

Resultados

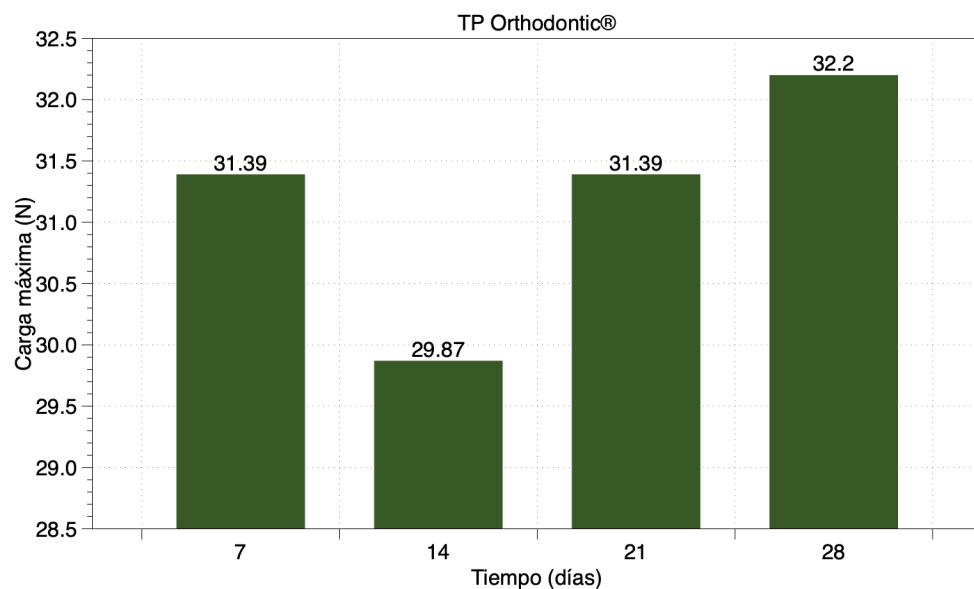
Se pueden evaluar los resultados obtenidos al usar las cadenas elastoméricas de American Orthodontic® expuestas a estiramiento constante, observando un aumento gradual en los distintos intervalos de tiempo, a los 7 días el promedio fue de 16,28N, a 14 días la cifra promedio fue 16,55N, a los 21 días fue de 16,69 N. y finalmente a los 28 días se registraron 17,78 N como carga máxima promedio. (Gráfica 1) La medición de la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas Ah Kim Pech® expuestas al estiramiento en los 5 intervalos de tiempo indicó que a los 7 días soportan una carga máxima de 26,11N, a los 14 días la carga máxima aumenta a 28,77N, posteriormente desciende a 27,85N y se mantiene en 28,71 a los 28 días, proyectando resultados variables durante todo el estudio. (Gráfica 2) La carga máxima de las cadenas elastoméricas de TP Orthodontics® expuestas a estiramiento



Gráfica 1. Degrado de las fuerzas de las cadenas elastoméricas American Orthodontic® expuestas al estiramiento en cuatro intervalos de tiempo (7 días, 14 días, 21 días y 28 días).



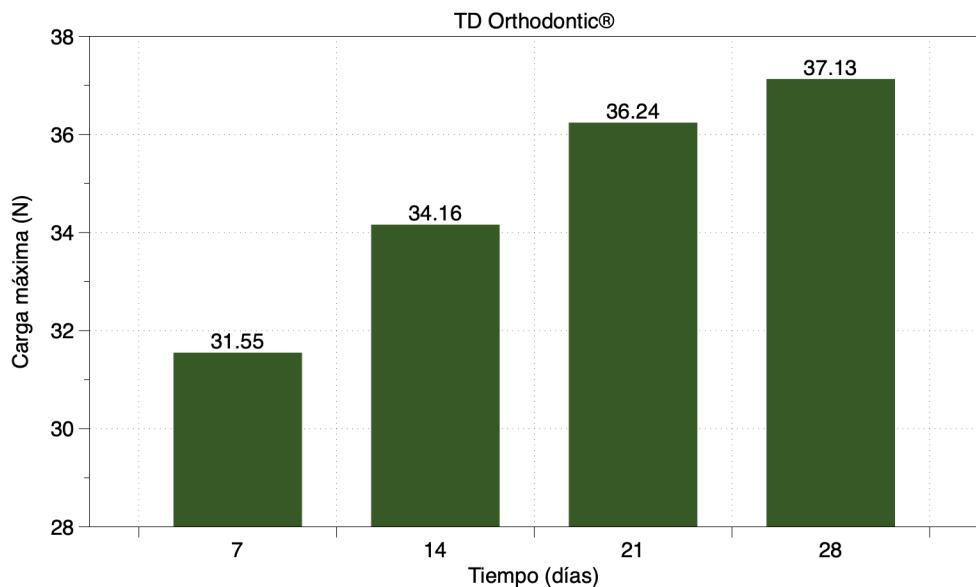
Gráfica 2. Degradación de las fuerzas de las cadenas elastoméricas Ah Kim Pech® expuestas al estiramiento en cuatro intervalos de tiempo (7 días, 14 días, 21 días y 28 días).



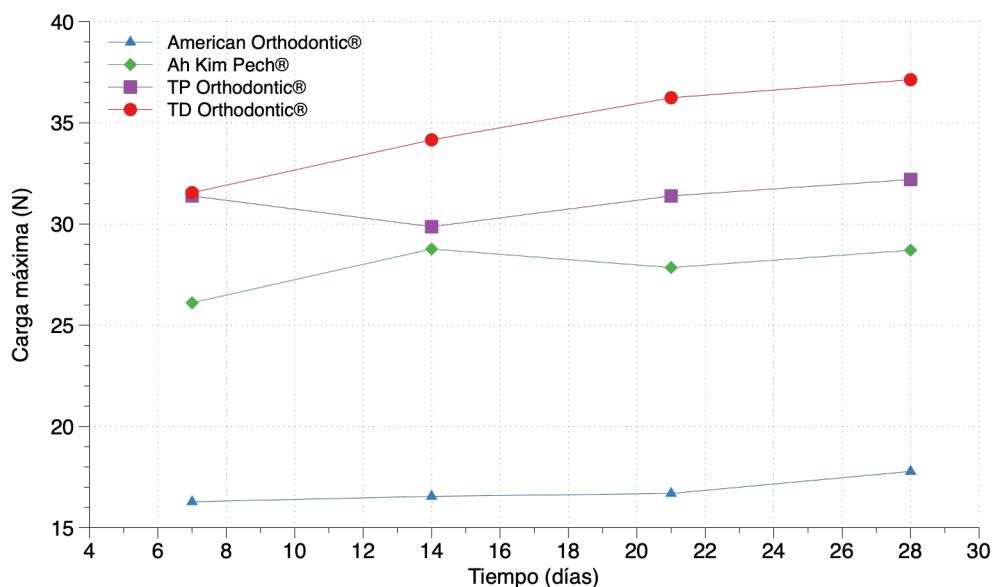
Gráfica 3. Degradación de las fuerzas de las cadenas elastoméricas TP Orthodontic® expuestas al estiramiento en cinco intervalos de tiempo (control, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días).

to en los mismos intervalos de tiempo presentó una carga máxima de 31,39N, pero a los 14 días se nota un claro descenso y con un posterior ascenso que aumenta progresivamente a los 21 y 28 días. (Gráfica 3)

Las cadenas elastoméricas TD Orthodontics® se logra una carga de 31,55N a los 7 días, 34,16 a los 14 días, 36,24 a los 21 días y finalmente a los 28 días se logra una carga máxima de 37,13 N observando un aumento gradual de carga máxima. (Gráfica 4)



Gráfica 4. Degradación de las fuerzas de las cadenas elastoméricas TD Orthodontic® expuestas al estiramiento en cinco intervalos de tiempo (control, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días).



Gráfica 5. Comparación la carga máxima de las cuatro marcas de cadenas elastoméricas a los 7, 14, 21 y 28 días de tensión constante medida en Newtons (N).

Entre las medias de carga máxima de todas las marcas sometidas a estudio, en los cuatro intervalos de tiempo se observó que American Orthodontic® muestra carga máxima constante desde los 7 hasta los 28 días; estos valores fueron los más bajos de toda la muestra de estudio, lo que representa menor resistencia a la fractura. Seguido de Ah Kim Pech® con carga máxima promedio de 26,11N en los primeros 7 días, que se incrementa a 28,77N a los 14 días y posteriormente se evidencia un descenso en la carga a los 21 días con un promedio de 27,85N que permaneció constante hasta los 28 días con una carga promedio final de 28,71N.

Por otro lado, TP Orthodontic® a los 7 días de tensión constante presenta carga máxima de 31,39N, después desciende a los 14 días a 29,87N se recupera luego de 21 días con una carga máxima de 31,39N, a los 28 días aumenta a 32,2N.

TD Orthodontic® muestra el valor más alto de carga máxima entre todas las marcas sometidas a estudio, ascendiendo de forma gradual desde los 7 días hasta los 28 días, con un valor final de carga máxima de 37,13N lo que representa que esta marca de cadenas elastoméricas tiene mayor resistencia a la fractura, en comparación con la de American Orthodontics que tiene los valores de carga máxima más bajos de toda la muestra.

Discusión

Mediante estudios realizados hemos comprobado que la degradación de las fuerzas se manifiesta en relación al tiempo de tensión constante, sin embargo se asegura que las cadenas elastoméricas son incapaces de poseer una fuerza continua en el tiempo de aplicación, además se ha demostrado que la degradación de las fuerzas de las cadenas elastoméricas pueden manifestar diferencias en la magnitud del movimiento, dependiendo de la marca y del tiempo de aplicación de las mismas mediante intervalos de control a 7, 14, 21 y 28 días.

Se ha comprobado que la degradación de la fuerza se puede manifestar de diferente manera dependiendo del tiempo de aplicación y de las diferentes marcas que se manejen clínicamente, para este proceso de investigación y comprobación nos basamos en la aplicación de fuerza mediante diferentes intervalos de tiempo de control a 7, 14, 21 y 28 días, aplicando cadenas elastoméricas de diferentes marcas. Las marcas que manejamos fueron TP Orthodontics®, American Orthodontic®, TD Orthodontics®, Ah Kim Pech® obteniendo de cada una diferentes resultados, pero finalmente podemos comprobar que la marca TD Orthodontics® resultó ser la más eficiente durante el proceso de evaluación mediante degradación de fuerzas con cadenas elastoméricas de segunda generación.

Mirhashemi et al. (2012) compararon in vitro la degradación de las fuerzas de tres marcas de cadenas elastoméricas mediante el uso de marcas conocidas como American Orthodontics, GAC y Ortho-Technology. Éstas muestras fueron estiradas hasta el doble de su longitud original y estuvieron almacenadas en agua destilada a 37°C. Se evaluó la fuerza en intervalos de 0, 1, 8, 24, 72 horas y 1, 2, 4 semanas. Comprobaron que las cadenas con memoria de la marca GAC® y American Orthodontics® proyectaron una menor degradación de fuerzas entre todas las cadenas (9). Resultados muy similares se encontraron en este estudio en la marca American Orthodontics® en la cual se identificó una fuerza de degradación 17.78N la cual fue menor en comparación con todas las marcas evaluadas.

Sánchez et al. (2006) analizaron en las cadenas elastoméricas el deterioro de la fuerza a causa de un alargamiento constante en tres marcas comerciales en diferentes períodos. Se

elaboraron 10 muestras de cada marca comercial de cadena elastomérica (GAC, TP y 3M UNITEK) de 5 módulos cada una y se sometieron a tensión, midiendo la fuerza inicial, a los 30 min, 24 horas y 4 semanas. Se encontró que la marca que presenta un comportamiento más uniforme tanto en las pruebas de fuerza como en las de alargamiento es GAC, mientras que TP Orthodontics[®] tiene valores de fuerza altos y menores de alargamiento y 3M pierde mayor cantidad de fuerza y tiene mayor alargamiento (10). Datos concordantes encontramos también en nuestra investigación con TP Orthodontics[®] observando valores elevados de fuerza sin embargo no fue el mejor.

Weissheimer et al. (2013) analizaron *in vitro* la degradación de las fuerzas de cuatro marcas diferentes de cadenas elastoméricas: American Orthodontics[®], Morelli[®], Ormco[®] and TP Orthodontics[®], se estiró la cadena 21mm con liberación de fuerza inicial que oscilaba entre 300g y 370g. Se analizaron las muestras en intervalos de tiempo: inicial, 1, 3, 5, 7 y 9 horas; y 1, 7, 14, 21, 28 y 35 días. Se concluyó que las cadenas elastoméricas perdieron el 59-69% de fuerzas en la primera hora y que la degradación de las fuerzas depende de las marcas (11). Comparado con nuestro estudio se pudo observar que efectivamente la degradación de la fuerza depende de la marca, esto puede deberse al modo de fabricación que cada una de las casas comerciales utiliza.

Son muchos los autores que pretenden investigar procedimientos ortodónticos eficientes mediante diversas técnicas en ortodoncia y se respeta cada una de sus filosofías, pues cada una pretende dejar aportaciones que favorezcan en los procesos clínicos. En lo personal he decidido investigar la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas de segunda generación, mediante tensión constante en intervalos de tiempo, por lo cual pretendo así como muchos autores comprobar que existe un proceso eficiente con el cual pueda obtener mejores resultados.

Conclusiones.

La degradación de la fuerza de la cadena elastomérica depende de la marca comercial empleada. TD mostró ser la que mejor comportamiento presenta ante la prueba de tensión, registrando los valores más elevados. Es fundamental reconocer la importancia de usar los materiales más adecuados que nos ayuden a mejorar, optimizar tiempo y eficacia en los tratamientos ortodónticos, brindando al paciente tratamientos más eficientes.

Referencias

1. Yijin Ren, DDS, PhD, a Jaap C. Maltha, PhD, b Martin A. Van 't Hof, PhD c and AMK-J, DDS P. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: A mathematic model. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2004;125(1):71–7.
2. Santos AC, Tortamano A, Naccarato SR, Dominguez-Rodriguez GC, Vigorito JW. An *in vitro* comparison of the force decay generated by different commercially available elastomeric chains and NiTi closed coil springs. Braz Oral Res. 2007;21(1):51–7.

3. Nanda R. Biomecánica en Ortodoncia Clínica. Editorial Médica Panamericana, editor. Buenos Aires, Argentina; 1998. 1-19 p.
4. Jennifer s. stevenson. Force application and decay characteristics of untreated and treated polyurethane elastomeric chains. *Angle Orthod.* 1994;64(6):455–67.
5. Eliades T, Eliades G, Silikas N, Watts DC. Tensile properties of orthodontic elastomeric chains. *Eur J Orthod.* 2004;26(2):157–62.
6. Halimi A, Benyahia H, Doukkali A, Azeroual M-F, Zaoui F. A systematic review of force decay in orthodontic elastomeric power chains. *Int Orthod [Internet].* 2012;10(3):223–40. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1761722712000526>
7. Edgar Fernando Pantoja Hernández. Vidal Almanza Ávila. Héctor Ruiz Reyes. María de Lourdes Ballesteros Almanza. Leonel Abad Ortiz. Determinación de la pérdida de fuerza y longitud de Cadenas Elastomericas en cultivos bacterianos. *Rev Latinoam Ortod y Odontopediatría.* 2012;
8. Nattrass C, Ireland AJ, Sherriff M. The effect of environmental factors on elastomeric chain and nickel titanium coil springs. *Eur J Orthod.* 1998;20(2):169–76.
9. Ah M, Saffarshahroudi A, Sodagar A, Atai M. Force-Degradation Pattern of Six Different Orthodontic Elastomeric Chains. *J Dent.* 2012;9(4):204–15.
10. Sánchez L, katagari M ÁC. Estudio in-vitro del deterioro de las propiedades elásticas de las cadenas elastomérica. *Rev Odontológica Mex.* 2006;10(2):79– 82.
11. André Weissheimer AL, Menezes LM de, Borgatto AF, Derech CD. In vitro evaluation of force degradation of elastomeric chains used in Orthodontics. *Dent Press J Orthod.* 2013;18(1):55–62.