

Degradación de la fuerza de cadenas elastoméricas utilizadas en ortodoncia: evaluación *in vitro*¹

Martínez Hernández, S.; Torres Capetillo, E. G.; Durán Torres, J. A.; Roesch Ramos, L.; Capetillo Hernández, G. R.; Mata Tovar, C.; Tiburcio Morteo, L.; Moreno Marín, F.

RESUMEN

Introducción: la pérdida de la fuerza de las cadenas de ortodoncia es uno de los principales problemas con los que se puede encontrar el profesional. *Objetivo:* comparar diferentes marcas (TP, 3M y ORMCO) de cadenas elastoméricas buscando una mayor estabilidad dimensional y resistencia. *Métodos:* 180 muestras de las tres marcas fueron sometidas a un ambiente simulando la cavidad oral. Se verificó la fuerza ejercida y la deformación de su longitud mediante un dinamómetro de la marca TP Orthodontics. *Resultados:* el entorno intraoral está relacionado con la degradación de la fuerza que sufren las cadenas elastoméricas. La cadena de ortodoncia TP “Super Slick” mostró una mayor estabilidad dimensional y fuerza que las otras cadenas durante la mayoría de los periodos. *Conclusiones:* todas las cadenas presentaron un rango similar de pérdida de fuerza en el último periodo de treinta días sin diferencias significativas en su comportamiento.

Palabras clave: elastómeros; cadenas elastoméricas; fuerza; tensión; saliva; ortodoncia.

ABSTRACT

Introduction: Loss of the strength of orthodontic chains is one of the main problems that the professional may encounter. *Objective:* To compare different trademarks (TP, 3M, and ORMCO) of elastomeric chains looking for greater dimensional stability and strength. *Methods:* 180 samples of the three trademarks were submitted in a simulated environment of the oral cavity. It was verified the force exerted and the deformation of its length by means of a dynamometer of the TP Orthodontics brand. *Results:* The intraoral environment is related to the degradation of force suffered by elastomeric chains. TP Orthodontics “Super Slick” chain presented more dimensional stability and force than the other chains during most periods. *Conclusions:* All chains presented a similar range of strength loss for the last 30-day period without significant differences in their behavior.

1 Universidad Veracruzana (uv); Cuerpo Académico “Educación, Salud y Epidemiología Oral” (uv-ca-288); Cuerpo Académico “Materiales Dentales y Odontología Integral” (uv-ca-449).

Keywords: elastomers; elastomeric chains; strength; tension; saliva; orthodontic.

INTRODUCCIÓN

Entre los principios básicos de aplicación ortodóntica, se encuentra aquel que menciona que las fuerzas ejercidas deberán ser tolerables por las estructuras óseas, periodontales y dentales involucradas. Para entender cabalmente la respuesta periodontal a las fuerzas ortodónticas creemos conveniente recordar el comportamiento biológico de los tejidos sobre los que actuamos. Entre los medios más populares que se emplean para aplicar estas fuerzas están las cadenas elastoméricas, que se introdujeron en los años sesenta con el fin de desempeñar distintos actos de correcciones dentales (cierre de espacios, distalización de caninos, cierre de diastemas, etcétera) [1].

El comportamiento de los materiales elásticos en ortodoncia, se definirá en función de una relación entre la tensión y la deformación ante una carga externa. La tensión o la deformación se manifestarán en el estado interior del material estudiado.

- Tensión: es la distribución interna de la carga definida en términos de desviación por unidad de longitud.
- Deformación: es la distorsión interna producida por dicha carga definida en términos de desviación por unidad de longitud [6].

Proffit, Fields y Sarver (2014) establecen estos conceptos recomendando ver los componentes ortodónticos del aparato, alambres y resortes como vigas que se apoyan en un extremo o por ambos extremos. La fuerza y la desviación son parámetros externos. En cambio, la tensión y la deformación, al ser internas, se pueden medir a partir de la fuerza y la desviación, teniendo en cuenta la superficie y la longitud [6]. En ortodoncia hay tres propiedades fundamentales que son esenciales en los materiales que actúan como "viga" para establecer una utilidad clínica, las cuales son mencionadas por Proffit *et al.* (2014): resistencia, rigidez (o elasticidad) y recorrido. Estas propiedades

pueden definirse de acuerdo con un diagrama de fuerza-desviación o de tensión-deformación [6].

La resistencia puede ser medida en unidades de tensión: la unidad estándar internacional (si) es el pascal (Pa), aunque aún se pueden encontrar unidades inglesas como g/cm².

El factor de conversión utilizado normalmente es: 100 g/cm² = ~ 10 MPa (9.81, pero con una diferencia tan diminuta que no resulta significativa en criterios de medición en la evaluación clínica de los materiales ortodónticos).

Proffit *et al.* (2014) a la vez definen el recorrido como la distancia en que se puede flexionar de manera elástica el alambre antes de que se produzca una deformación permanente en el mismo, la cual será medida en milímetros.

La marca TP Orthodontics, de tecnología *Metafasix*, fue recientemente desarrollada, especialmente para mejorar las cualidades del material: son insolubles en agua y presentan un recubrimiento de gel que las "aisla" del medio, haciendo que sus componentes aditivos no se pierdan con tanta facilidad; además, esta cubierta lo ayuda a bajar la fricción y a la reducción de adherencias bacterianas, ya que las ligas elastoméricas presentan una superficie pulida y lubricada.

- Reducen la fricción con su recubrimiento *Metafasix*
- Presentan similares propiedades elásticas
- Posiblemente podrían ser efectivas contra unidades formadoras de colonias bacterianas, lo que reduce la posible aparición de caries dental

Los elastómeros fabricados por la casa comercial ORMCO son fabricados libres de látex y han sido considerados como un estándar dentro de la industria de la ortodoncia.

- Presentan un mayor tiempo de vida útil
- Son barras cortas para uso individual
- Están disponibles en veinticuatro colores
- Tienen un corte seccional para un mejor ajuste a las aletas
- Vienen en un paquete de mil

Los módulos elásticos Unitek están diseñados para usarse con *brackets* del tipo cerámico, que protegen las superficies oclusales opuestas en las cuales se puede sufrir desgaste del esmalte. Los módulos son una combinación de la ligadura y el protector, de manera que no es completamente necesario hacer uso de otra ligadura para ubicar el arco en su mismo sitio [4].

- Pueden ser utilizados en situaciones cuando los *brackets* del arco inferior entran en contacto con los maxilares
- Es un excelente auxiliar en la prevención de desgaste iatrogénico del diente causado por el contacto con el *bracket* cerámico inferior

Los elastómeros utilizados durante los tratamientos de ortodoncia, se encuentran en una constante interacción con el medio bucal, con todos los elementos y el ambiente que los compone. Factores como alta temperatura (en comparación con el ambiente exterior), humedad, pH del mismo y acidez o irritantes contenidos en los alimentos tienden a decrecer significativamente su eficiencia. En la literatura actual existen gran cantidad de estudios acerca de la pérdida de fuerza de estos materiales empleando diferentes métodos para poder investigarlos y poner a prueba distintos tipos de elásticos. La gran variedad de materiales y los métodos usados en las distintas investigaciones dificulta en gran medida el poder llegar a conclusiones exactas [2].

En diversos estudios se ha puesto a prueba la resistencia de cadenas o módulos elastoméricos de distintas casas comerciales ante diversas situaciones o entornos con el fin de poder determinar de qué manera actúan los elastómeros o sus componentes.

Por su naturaleza, los elastómeros tienden a volver a su longitud original posterior a la aplicación de una fuerza constante. La problemática radica cuando esta fuerza modifica su composición molecular impidiendo que retornen a su longitud o forma original. Como consecuencia dentro de la práctica profesional por este sobreestiramiento, los efectos podrían resultar indeseados; por ejem-

plo, no lograr el desplazamiento de una pieza dental o el cierre de un diastema; o el tiempo estimado se vería prolongado.

Se ha demostrado ya que, a pocas horas de su colocación, modificaciones moleculares comienzan a suceder en pro a la pérdida de fuerza o modificación de su longitud. Entre 28-50 % de la fuerza inicial de las cadenas, se ve modificada en las primeras 8-10 horas posteriores a su colocación. El rango de tiempo varía en distintos estudios, puesto que el comportamiento de los elastómeros presenta distintas modificaciones a las 24 horas o ante distintos intervalos [3].

Ante la pérdida y modificación de su rango de fuerza y forma no se tiene un conocimiento exacto de las fuerzas que está ofreciendo para realizar un movimiento dentario. El poder tener la capacidad de valorar si las fuerzas sometidas por los elastómeros son o no efectivas, puede esclarecernos el intervalo aproximado en el cual podríamos cambiarlos.

OBJETIVO

Comparar distintas marcas comerciales (TP, 3M y ORMCO) de cadenas elastoméricas buscando encontrar aquella que presente una mayor estabilidad dimensional y de fuerza.

MÉTODOS

En este estudio se compararon tres cadenas elastoméricas de tres casas comerciales distintas. Entre ellas, se encuentran las cadenas TP Orthodontics, ORMCO y Unitek de la casa comercial 3M. El estudio estuvo compuesto por 180 muestras, divididas en seis grupos de diez cadenas de cada casa comercial por cada periodo de medición, dando como ejemplo treinta cadenas a los treinta minutos de su estiramiento, treinta cadenas a los sesenta minutos, treinta cadenas a las veinticuatro horas y así respectivamente. Estas muestras estuvieron divididas en segmentos de cinco eslabones cada una. Las muestras fueron obtenidas por proveedor debidamente selladas y con fecha de uso vigente. El objetivo principal fue evaluar el deterioro de fuerzas

y la estabilidad dimensional que estas presentan al ser sometidas a un ambiente con condiciones similares a las de la cavidad bucal.

Se adquirieron 12 bases acrílicas conformadas por acrílico transparente prefabricado y obtenido en un establecimiento especializado en el material, de 140 mm de largo, 60 mm de ancho y 12 mm de espesor, en las cuales se fijaron 10 pares de pines metálicos prefabricados para poder actuar como punto de anclaje, los cuales se encontraron separados entre sí mismos a una distancia determinada por la media de los milímetros obtenidos al estirar cada cadena del grupo muestra a 150 g/ fuerza, con el objetivo de poder mantener las cadenas fijas y estiradas por los periodos de prueba necesarios. Estas estuvieron fijadas por medio de perforaciones de 5 mm de profundidad realizadas con fresas quirúrgicas número 702 y cementadas con acrílico de fraguado rápido. Estuvieron estiradas inicialmente por 30 minutos, luego por 60 minutos, por 24 horas, por 14 días y, para finalizar, por 4 semanas. Antes de colocar las muestras en las planchas acrílicas, se determinó su estiramiento basándonos en las cadenas del grupo 1 (grupo muestra). Posterior a la medición de la fuerza inicial, estas fueron sumergidas en un recipiente con 500 ml de saliva artificial, cuya composición consiste en cloruro de sodio, cloruro de potasio, cloruro de calcio dihidratado, cloruro de magnesio hexahidratado, carboximetilcelulosa sódica, propilenglicol, metil parabeno, propil parabeno y agua destilada. Fue necesario introducir las muestras dentro de una estufa de cultivo para simular una temperatura de 37 °C, similar a las condiciones de la cavidad bucal, en la cual permanecieron las muestras almacenadas y retiradas cada que se requirió realizar una medición para una fase o lapso distinto (30 minutos, 60 minutos, 24 horas, 14 días y 30 días). Después de ser retiradas de la saliva artificial, estas fueron secadas y después de 10 minutos de descanso fueron estiradas por medio de un dinamómetro (de la marca TP Othodontics) a la distancia determinada del grupo muestra para verificar si existió una degradación de fuerza considerable. Ambos operadores desarrollaron las

mediciones en los distintos lapsos con los instrumentos antes mencionados.

RESULTADOS

Se determina que el ambiente intraoral y todos los factores que confluyen dentro de él están estrechamente relacionados con la degradación de fuerza sufrida por las cadenas elastoméricas. La cadena “Super Slick” de la marca TP Orthodontics presentó una estabilidad dimensional y de fuerza mayor a las demás cadenas durante la mayoría de los periodos.

Ante los experimentos realizados entre las tres distintas cadenas comerciales de cadenas elásticas determinamos que la cadena “Super Slick” de la marca TP Orthodontics ha sido la que ha garantizado una mayor durabilidad y comportamiento. No únicamente proporcionando la mayor estabilidad de fuerza por la mayoría de los periodos, sino también otorgando una mayor estabilidad dimensional. Encontramos algunas excepciones como en el primer periodo (30 minutos) en donde 3M supera a la marca TP sin representar una diferencia estadísticamente significativa (1.357 N > 1.346 N). En el segundo periodo (60 minutos) ORMCO supera a la marca TP (1.3093 N > 1.3044 N) sin representar datos estadísticamente significativos. Por último, en el periodo de 14 días 3M sobresale por sobre la marca TP (.1610 N > .1240 N). En cambio, para las cifras de deformación de longitud sobresale la cadena “Super Slick”, manteniendo una estabilidad dimensional mayor que las demás. Traducimos esto como una característica que le permite mantener su fuerza por un mayor tiempo. A pesar de estos resultados consideramos que el encabezar un mayor número de periodos indica un comportamiento más estable y confiable.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TUKEY

El comportamiento de las tres marcas no es el mismo, por lo que existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas. La marca TP es la que ha presentado una mayor estabilidad dimensional en comparación con las otras (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de las pruebas de Tukey (HSD Tukey^a)

Liga ortodóntica	n	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
TP	10	14.0200		
ORMCO	10		15.7300	
3M	10			16.3600
Sig.		1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a = Se utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

Fuente: elaboración propia.

Comparaciones múltiples de diferencias de medias de fuerza entre las diferentes marcas por medio de la prueba de Tukey durante el periodo de 30 días (G5) en saliva artificial. A partir del rango de diferencia de medias de 0.05, se determina que no existen diferencias significativas entre las medias de las tres marcas (Tabla 2).

El comportamiento de las tres marcas durante el último periodo no difiere en datos estadísticamente significativos. Posterior a los demás lapsos, las tres marcas llegan a un punto en donde su comportamiento es similar (Tabla 3).

Tabla 3. Fuerza a 30 días (HSD Tukey^a)

Liga ortodóntica	N	Subconjunto para alfa = 0.05
3M	10	.0250
TP	10	.0280
ORMCO	10	.0350
Sig.		.789

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a = Se utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

La investigación "Estudio *in vitro* del deterioro de las propiedades elásticas de las cadenas elastoméricas" de Sánchez, Kataguiri y Álvarez (2006), se realizó con condiciones similares al nuestro (saliva, temperatura y diversos periodos). En este caso, los autores eligieron tres marcas, de las cuales únicamente 3M coincide. Se encontraron distintas similitudes con nuestro estudio, debido a que, dentro de sus conclusiones y con base en los resultados, la cadena de la marca Chainette de GAC fue la que presentó mejores condiciones de estabilidad sobre las demás. Es importante mencionar que una de las razones por las que los autores deducen esto es debido a que las cadenas de la marca GAC presentan un recubrimiento plastificante introducido en su superficie o composición, el cual lo hace menos soluble en el medio intrabucal.

Tabla 2. Estiramiento a 30 días (HSD Tukey^a)

(I) Lig ortodóntica	(J) Lig ortodóntica	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
					Límite inferior	Límite superior
ORMCO	TP	1.71000*	.08524	.000	1.4986	1.9214
	3M	-.63000*	.08524	.000	-.8414	-.4186
TP	ORMCO	-1.71000*	.08524	.000	-1.9214	-1.4986
	3M	-2.34000*	.08524	.000	-2.5514	-2.1286
3M	ORMCO	.63000*	.08524	.000	.4186	.8414
	TP	2.34000*	.08524	.000	2.1286	2.5514

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

Todas las cadenas presentaron un rango de pérdida de fuerza similar para el último periodo de 30 días sin diferencias estadísticamente significativas en su comportamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Sánchez, M., Kataguirí, M., & Álvarez, C. (2006). Estudio *in vitro* del deterioro de las propiedades elásticas de las cadenas elastoméricas. *Rev. Odontol. Mex.*, 10(2), 79-82.
- [2] Kardach, H. (2017). The Mechanical Strength of Orthodontic Elastomeric Memory Chains and Plastic Chains: An *in vitro* Study. *Adv. Clin. Exp. Med.*, 26(3), 373-378.
- [3] Morales-Pulachet, E., Lavado, A., & Quea, E. (2014). Degradación de fuerzas en cadenas elastoméricas de dos marcas diferentes. Estudio *in vitro*. *KIRU*, 11(2), 110-114.
- [4] Cedillo, F. (2013). Comparación de la durabilidad, deformidad elástica y plástica de tres tipos de módulos elastoméricos en el posgrado de Ortodoncia de la Universidad de Cuenca periodo 2012-2013. Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca.
- [5] Morales, J., & Flores, R. (2017). Comparación de la fuerza elastomérica de dos tipos de cadenas de la casa comercial ORMCO, 3M, Dentsply y American Orthodontics al ser sometidas a diversas longitudes de estiramiento continuo. Estudio *in vitro*. Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena. Posgrado de Ortodoncia.
- [6] Proffit, W., Fields, H., & Sarver, D. (2014). *Ortodoncia contemporánea* (5.ª ed.). Elsevier.
- [7] Ronquillo, M. (2016). Estudio *in vitro* de la pérdida de fuerza experimentada por los elásticos de ortodoncia con látex y libres de látex. Universidad de Murcia.
- [8] Mora, C., Zamarripa, E., Oliver, R., & Luna, J. (2015). Estudio comparativo *in vivo* de las propiedades elásticas de cadenas elastoméricas sintéticas en relación con su color. *Rev. Tame*, 4(11), 371-378.
- [9] Eliades, T., Eliades, G., Silikas, N., & Watts, D. C. (2004). Tensile Properties of Orthodontic Elastomeric Chains. *Europ. J. Orthod.*, 26(2). European Orthodontic Society.
- [10] Mirhashemi, A., Farahmand, N., & Saffar, A. (2017). Effect of Four Different Mouthwashes on Force-Degradation Pattern of Orthodontic Elastomeric Chains. *Orthod. Waves*, 76(2). Elsevier.