



# MEDICION IN VITRO DE LA FUERZA GENERADA POR LA MECÁNICA TIE BACK

## IN VITRO MEASUREMENT OF TIE BACK FORCE

Ruby Esperanza Ardila Gutiérrez<sup>1</sup>, Marco Antonio Gómez Lozano<sup>1</sup>, Yimi Gámez Hernández<sup>1</sup>, Nancy Alejandra Patarroyo Alvarez<sup>1</sup>, Yuly Paola Perez Guerrero<sup>1</sup>  
Liliana Jara<sup>2</sup>  
Piedad Malaver<sup>3</sup>  
Clara López de Mesa<sup>4</sup>

### RESUMEN

**Objetivo:** el objetivo de este estudio fue establecer la fuerza ejercida sobre el elástico con la mecánica de Tie Back en un medio In vitro. **Método:** se usaron 20 premolares inmersos en un cubo de acrílico y se les aplicó la mecánica Tie Back,

---

1. Odontólogos. Residentes del Programa de Especialización del Postgrado de Ortodoncia

2. Odontóloga- Colegio Odontológico Colombiano

Especialista en Ortodoncia UMNG – CIEO. Asesor científico.

Especialista en Educación con Énfasis en Evaluación Educativa Universidad Santo Tomás de Aquino

Magister en Educación con Énfasis en Investigación - Universidad Santo Tomás de Aquino

Especialista en Derecho Médico Sanitario - Universidad del Rosario

Entrenamiento Filosofía de MBT- CEO - Presidente Prudente Brasil

Jefe del Postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar UNICOC

Directora de la línea de Investigación de Mini-implantes UNICOC

3. Od. Ms. Biología énfasis genética humana. Asesora Metodológica.

4. Matemática . Ms. Educación. Asesora Estadística.

Autor responsable de la correspondencia: Nancy Alejandra Patarroyo Alvarez. Correo electrónico: [npatarroyo@unicoc.edu.co](mailto:npatarroyo@unicoc.edu.co)

Citar como: Ardila R., Gómez M., Gámez Y., Patarroyo A., Perez P., Jara L. medición In Vitro de la fuerza generada por la mecánica Tie Back. Jour Odont Col 2014

se midió la longitud y fuerza máxima del elástico antes de romperse. La medición se realizó por medio del aparato de medición Shimadzu Universal Testing Instruments serie AG-IS. **Resultados:** El promedio de fuerza máxima resistida por el elástico antes de romperse fue de 17.5 N (1784.5 gr) (DS= 1.6), a su vez el promedio de longitud máxima alcanzada antes de la ruptura del elástico es de 10.8mm (DS= 1.9). **Conclusión:** Los resultados de este estudio In vitro indican que la mecánica Tie Back aplica fuerzas dentro de los parámetros permitidos para el cierre de espacios, por lo tanto se considera un técnica segura.

**Palabras claves:** Tie Back, fuerza, cierre de espacio, elásticos

#### **ABSTRACT**

**Purpose.** *The aim of this study was to measure of the strength exerted on the elastic band through the Tie Back mechanical in vitro.* **Methods.** *20 acrylic pipes-immersed premolars were used. The Tie Back mechanical applied, the length and the maximal strength on the elastic band before breaking were measured. The measured was conducted with a Shimadzu Universal testing Instruments Series AG-IS device.* **Results.** *The elastic band average maximal strength before breaking was 17.5 N (1784.5 gr) (DS = 1.6). The elastic band average maximal length before breaking was 10.8 mm (DS= 1.9).* **Conclusions.** *The results show that the Tie Back mechanical generates forces into the established ranks to close teeth spaces, which confirms that it is a safe technique.*

**Key Words:** *Tie Back, force, space closure, elastic module.*

## INTRODUCCIÓN

El cierre de espacios por extracciones puede ser logrado a través de dos técnicas: Mecánicas friccionales (deslizamiento) o mecánicas de baja fricción (loops)<sup>1</sup>. El uso de materiales elastoméricos juega distintos papeles dentro de la práctica ortodóncica entre los que se incluyen la fuerza de retracción para mover dientes hacia espacios de extracciones, cierre de diastemas, nivelación de línea media y cierre generalizado de espacios<sup>2</sup>.

Al asegurar el arco a los brackets durante el deslizamiento, la cantidad de resistencia a la fricción no sólo depende de los diferentes tipos de ligaduras utilizadas, sino también en diferentes técnicas de ligación empleadas. Los diferentes métodos de unión arco-bracket (ie, configuraciones tie), producen diferentes niveles de fricción en la configuración arco-bracket. Los diferentes métodos que pueden ser usados son: Patrón regular redondeado, patrón en ocho, método de ligadura en giro, patrón de ligadura diagonal<sup>3</sup>.

En 1990 se describió un método para cerrar los espacios de manera controlada con una mecánica de deslizamiento. Este método ha probado ser fiable y efectivo y ha sido ampliamente aceptado por los clínicos. Los autores recomiendan la siguiente técnica<sup>4</sup>:

Se recomienda utilizar arcos de acero de 0,019" x 0,025" (arcos de trabajo) en una ranura de 0,022", porque los arcos de esta dimensión proporcionan un buen control de la Sobremordida a la vez que permiten el deslizamiento de los sectores posteriores. Los arcos más finos no proporcionan un control tan preciso de la

Sobremordida y del torque. Los arcos más gruesos limitan el deslizamiento en los sectores posteriores<sup>4</sup>.

Los autores continúan prefiriendo ganchos soldados de latón de 0,7". Como alternativa se pueden utilizar ganchos soldados de 0,6" de acero de acero destemplado y algunos pacientes adultos prefieren el aspecto de éstos. Las posiciones más frecuentes de los ganchos son con una separación de 36mm o 38mm en la arcada superior y 26mm en la arcada inferior. Esta medida se toma siguiendo la curvatura del arco. Los autores encuentran que la medida de 26 mm en la arcada inferior es válida para la mayoría de los casos pero en la arcada superior la variabilidad individual es mucho mayor a causa de las variaciones en el tamaño de los incisivos laterales superiores. Por tanto se debe disponer de un mayor inventario de arcos con diferentes distancias entre ganchos<sup>4</sup>.

Se recomienda que antes de iniciar el cierre de espacios, se deje el arco de 0,019" x 0,025" colocado en la boca durante un mes con ligaduras distales pasivas. Esto da tiempo a que se produzcan los cambios en el torque de dientes individuales y a que se complete la nivelación de las arcadas de modo que, cuando se coloquen las ligaduras distales activas, la mecánica de deslizamiento se pueda llevar a cabo con suavidad<sup>4</sup>.

El objetivo de este estudio fue, Establecer la fuerza ejercida sobre el elástico con la mecánica de Tie Back, ya que sabemos que para provocar un movimiento dentario es necesario la aplicación de fuerzas mecánicas capaces de activar el hueso y células relacionadas, los cambios inflamatorios en el tejido periodontal en

el lado de la tensión y presión depende de la magnitud y duración de la fuerza aplicada para iniciar un proceso de reacción ósea y aposición necesarias para producir el cambio de posición de los dientes en la arcada<sup>5</sup>. De acuerdo con la teoría de Brian Lee, la aplicación de 200 gr de fuerza por  $\text{cm}^2$  de superficie radicular es apropiada para corregir sagitalmente las maloclusiones, debe hacerse una valoración individual para cada diente, considerando la cantidad de superficie radicular expuesta al movimiento sagital. Cuando se intenta mover toda la dentadura, la fuerza promedio aplicada para el maxilar es de 635 gr y para la mandíbula es de 550gr<sup>6-7</sup>. A pesar de estos datos citados, la literatura no reporta información sobre la cantidad de fuerza que genera la combinación de la ligadura metálica y un módulo elástico a través de la mecánica Tie back sobre un diente, la cuál es un método para cerrar los espacios de manera controlada con una mecánica de deslizamiento. Este método ha probado ser fiable y efectivo y ha sido ampliamente aceptado por los clínicos<sup>4</sup>.

En este punto y sin saber la fuerza de la mecánica tie-back que se utilizó en esta investigación, surgió el siguiente cuestionamiento. ¿Cuál es la fuerza que ejerce la mecánica tie back con el modulo elástico sobre un diente. Establecer la fuerza ejercida sobre el elástico con la mecánica de Tie Back?

## **MÉTODO**

Se realizó un estudio experimental in vitro, donde se midió la cantidad de fuerza ejercida por la mecánica Tie back. Se utilizaron 20 premolares superiores (primeros premolares) inmersos en un cubo de acrílico (2cm de alto, 2cm de

profundidad y de 8cm de largo) y con un bracket técnica MBT® de la casa comercial 3M™ cementado en el centro de la corona clínica (Figura 1). Para la selección de los dientes se tuvo en cuenta que estuvieran sanos, con integridad radicular, sin dilaceraciones, sin alteraciones en el esmalte, que no tuvieran alteraciones de morfología. Las variables que se tuvieron en cuenta fueron la fuerza traccional y la longitud del elastíe antes de romperse.

Según la resolución 8430 de 1993 del ministerio de salud, se considera que la realización de esta investigación no tiene ningún riesgo. Se declara que no existe conflicto de intereses entre los integrantes de esta investigación.

Para la cementación de los brackets se utilizó ácido fosfórico al 37% por 20 segundos, se lavó y se secó la superficie, se aplicó adhesivo y se fotocuró por 10 segundos. Se aplicó la resina (Transbond™ XT de 3M Unitek) en la base del bracket y éste se ubicó en el centro de la corona clínica del diente, se fotocuró durante 20 segundos.

Se realizó una prueba piloto con el fin de observar y controlar deficiencias en el proceso de toma de las pruebas mecánicas definitivas y con el fin de observar la estabilidad del bloque acrílico al momento de realizar la medición. (Figura 2)

Para las pruebas definitivas se utilizaron 20 premolares ubicados en su respectivo bloque acrílico, que se sujetaron al dispositivo de medición mediante abrazaderas metálicas que tenían las mismas dimensiones del cubo acrílico (Figura.3); dichos cubos se sumergieron previamente en solución balanceada y estabilizada de

electrolitos (Salivar®) de Laboratorios Farpag® para simular la humedad de la cavidad oral.

Para simular la mecánica Tie Back se usaron 10 llaves de elastíes de la casa comercial Dentaurem® en 10 colores diferentes (rojo, amarillo, azul, verde, rosado, fucsia, negro, blanco, transparente y gris), se usaron dos elastíes de cada color para completar las 20 pruebas del estudio, ubicando el elastíe en el hook del bracket, y en su otro extremo se puso ligadura metálica marca Dentaurem® de calibre 0.10 cuyos extremos libres fueron sujetos a un dispositivo metálico tipo tenaza (Figura 4) del aparato de medición Shimadzu Universal Testing Instruments serie AG-IS con certificación ISO9001(Figura 5) ubicado en el laboratorio de Ensayos Mecánicos y Deformación Plástica del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica de la Universidad Nacional de Colombia.

Se realizó la medición de la cantidad de fuerza que se aplica al elastíe y a su vez se tuvo en cuenta la longitud que éste logró antes de romperse (Figura 6). Se finalizó con la realización de todas las pruebas mecánicas de fuerza traccional.

#### **4. RESULTADOS**

Se realizaron un total de 20 pruebas para establecer la fuerza generada sobre el elástico en la mecánica Tie back. (Tabla 1).

Se elaboró una base de datos en Excel y se procesó en paquete estadístico IBM.SPSS V22. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para hallar el resultado de la longitud máxima al aplicar una fuerza determinada en el elástico.

El promedio de fuerza máxima resistida por el elástico antes de romperse fue de 17.5 N (0.001734gr) (DS= 1.6), a su vez el promedio de longitud máxima alcanzada antes de la ruptura del elástico es de 10.8mm (DS= 1.9).

Teniendo en cuenta que los datos de la prueba 15 son datos extremos, se obviaron.

Se encontró que en cuanto a la magnitud de la fuerza, ésta se halló en un valor de 15.18N (10%) (n=2), 15,65N(10%) (n=2), 16.13N(10%) (n=2), 17.25N(10%) (n=2), 17.37N(10%) (n=2), 17.50(10%) (n=2), 17.75N(10%) (n=2), 18.55N(10%) (n=2), 19.27N(10%) (n=2) (Tabla 3). En cuanto a la longitud del elástico se observaron valores tales como: 7.939mm(10%) (n=2), 8.580mm(10%) (n=2), 10.188mm(10%) (n=2), 10.189mm(10%) (n=2), 10.939mm(10%) (n=2), 11.089mm(10%) (n=2), 11.131mm(10%) (n=2), 11.432mm(10%) (n=2), 11.959mm(10%) (n=2). (Tabla 2).

Al correlacionar la longitud resultante de los elásticos y al aplicar una fuerza de 17.5 N se observó un coeficiente de correlacion  $r= 0.927$  ( $p < 0.001$ ), lo cuál indica que a mayor fuerza se obtiene una mayor longitud de los elásticos. (FIGURA 7).

En la figura 7 se observa la frecuencia del número de veces en la que se expande el elástico según la fuerza usada, se observa que los elásticos se expanden el doble de lo recomendado y su diámetro llega hasta 12mm

## **DISCUSIÓN**

La mecánica Tie Back introducida en 1990 ha probado ser fiable y efectiva y ha sido ampliamente aceptada por los clínicos<sup>(4)</sup>.

En el presente estudio, se encontró que la fuerza máxima ejercida por los elásticos antes de llegar a la fractura, es de 17.5N (1750gr/F) y la longitud máxima alcanzada es de 10.8mm, Canut J. en el 2000, reportó que La fuerza óptima para el movimiento ortodóncico de los dientes durante el cierre de espacios tiene un rango entre 70 gramos de fuerza para los incisivos y 120 gramos para los molares. Además este mismo autor refiere que fuerzas ligeras (generalmente menores de 200 gramos) pueden producir una adecuada respuesta biológica en los tejidos periodontales y fuerzas altas están asociadas con hialinización, reabsorción ósea y con reabsorción radicular.<sup>(8)</sup>

Es de anotar que hay dispersión de los datos, relacionado con los colores de los módulos elásticos utilizados para realizar las pruebas ya que cada color se comportó de una manera similar en cuanto a los valores de longitud máxima y fuerza ejercida; Soldati y Cols en su estudio in Vitro en 2013 concluyeron que el proceso de fabricación puede afectar la porosidad, suavidad de la superficie y calidad final de los elásticos, además de enfatizar que algunas ligaduras vienen disponibles de manera individual, mientras que otras vienen como llaves de ligaduras que deben ser cortadas individualmente, el proceso de separación puede acarrear imperfecciones en la superficie del elástico lo cual puede afectar las características del mismo.<sup>(9)</sup> Teniendo en cuenta las características físicas de los elásticos como su resistencia a fuerzas traccionales, no se encontró evidencia científica indexada en las principales bases de datos como EBSCO, COCHRANE y PUBMED, que permitieran conocer dicho comportamiento.

González y Cols en 2013, en su estudio, en el cual evaluaron la elongación y fuerza máxima traccional de la ligadura metálica, usando dos grupos de mini implantes como sistema de anclaje, obtuvieron que la fuerza máxima resistida por la ligadura metálica antes de romperse era de 0.007548 gr, con una elongación máxima antes de romperse de 10.43mm <sup>(10)</sup>. Sin embargo, en el presente estudio, el elastie se fracturó, mientras que la ligadura metálica nunca llegó a este punto, por lo tanto se puede afirmar que en cavidad oral no se verá reflejada la fuerza máxima generada por la ligadura metálica, ya que al realizar la mecánica ésta última no se rompe, además que la fuerza total de la mecánica según este estudio y teniendo en cuenta los resultados de González y Cols es de 0.009282gr (91.5N).

McLaughlin, Bennett, Trevisi, quienes propusieron originalmente la mecánica Tie Back reportan que el elástico debe estirarse sólo dos veces su longitud<sup>(4)</sup>, teniendo en cuenta esto , lo obtenido en el presente estudio y en el estudio de González y Cols., observamos que ésta técnica proporciona una fuerza total de de 339.3 gr, ya que el elástie aporta 972 gr al estirarse al doble de su diámetro y la ligadura aporta una fuerza de 632.7 gr, además considerando que la tercera ley de Newton de acción reacción nos expone que por cada fuerza que actúa sobre un cuerpo este realiza una fuerza de la misma intensidad pero en sentido contrario sobre el cuerpo que la produjo, y a su vez teniendo en cuenta que las fuerzas del tie back son en la misma dirección sobre un mismo cuerpo, estas dos se anulan, con lo que observamos que es una mecánica segura, ya que proporciona la fuerza adecuada para generar el movimiento dental requerido para el cierre de espacios sin producir daños sobre el periodonto y además, en caso de que se elongue más

de lo permitido por ejemplo en la elongación adicional que se da al momento de la masticación de alimentos.

Los hallazgos en el presente estudio arrojan evidencia acerca de la variabilidad de fuerza que puede soportar un elástico frente a fuerzas de tracción así como en la longitud máxima, sin embargo, las condiciones in vitro del estudio no tuvieron en cuenta los posibles efectos que el acúmulo de placa además de factores mecánicos como el cepillado y la masticación podrían tener sobre la fuerza máxima resistida por el elástico y la longitud que este alcanza antes de romperse.

El presente estudio se enfocó en evaluar la cantidad de fuerza y la longitud máxima que resistía el elástico y no en asociar estas características con los diferentes colores de elásticos usados

## **5. CONCLUSIONES**

Se encontró que la fuerza máxima ejercida por los elásticos antes de llegar a la fractura, es de 17.5N (0.001734gr) y la longitud máxima alcanzada es de 10.8mm.

La fuerza total de la mecánica según este estudio es de 339.3gr.

Los resultados de este estudio In vitro indican que la mecánica Tie Back aplica fuerzas dentro de los parámetros permitidos para el cierre de espacios, por lo tanto se considera un técnica segura.

El valor de fuerza y longitud máxima del elástico están relacionados con el color del módulo elástico usado.

## 6. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar más investigaciones comparando distintas marcas comerciales de módulos elásticos así como evaluar las características teniendo en cuenta el color.

## REFERENCIAS

1. Sowmya K.S, Chandralekha B., Uma H., Shashikala K., Padmini M, [Comparison of Active Tie Backs and Nickel Titanium Coil Springs in Canine Retraction: A Clinical Study with the MBT System](#), Orthodontic cyberjournal [revista online], enero 2011. [citado 2014 Febrero 05]. Disponible en: URL: <http://orthocj.com/2011/01/comparison-of-active-tie-backs-and-nickel-titanium-coil-springs-in-canine-retraction-a-clinical-study-with-the-mbt-system/>
2. 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 ligadura elastomérica convencional y ligaduras de baja fricción. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2012; 23(2): 192-206.
3. Govind R. Suryawanshi y Cols, In vitro evaluation of different methods of ligation on friction in sliding mechanics, Journal of orthodontics 2013;14:102– 109.
4. McLaughlin, Bennett, Trevisi. Mecánica sistematizada del tratamiento ortodóntico. Mosby/Elsevier, Primera Edición, Madrid 2004. Capítulo 8. p 255-258.
5. Mérida I., Movimiento ortodóntico y sus factores modificantes. Revisión bibliográfica. Revista latinoamericana de ortodoncia y odontopediatría. 2011;14(2): 1-23

6. Pantoja E., Avila V., Reyes H., Determinación de la pérdida de fuerza y longitud de Cadenas Elastomericas en cultivos bacterianos, Revista latinoamericana de ortodoncia y odontopediatría, 2012;6(4) 61-19.
8. Canut J. Ortodoncia clínica y terapéutica. Editorial Masson, segunda edición, Barcelona, España; 2000;84(30), 366-84.
9. Soldati D., Silva R., Oliveira A., Kaizer M., Moraes R., Color Stability of five orthodontic clear elastic ligatures. J. of Orthodontics. 2013; 14(2): 60-65.
10. Gonzalez C., Reyes T., Torre J. Jara L., Comparación de la retención mecánica a la fuerza de tracción en dos diseños de mini-implantes ortodónticos. Trabajo de grado Ortodoncia y Ortopedia Maxilar Bogota D.C: Colegio odontológico colombiano, Área de educación avanzada y continuada Postgrado de ortodoncia y ortopedia maxilar, 2012. 34p



Figura 1 Bloque de acrílico usado con un premolar inmerso en la mitad, con bracket 3M™ cementado en el centro de la corona clínica



Figura 2. Instrumental y materiales usados en el estudio

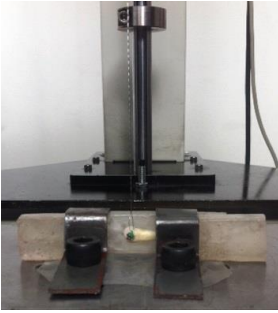


Figura 3. Abrazaderas de acrílico que sujetaban el cubo al dispositivo de medición.



Figura 4. Dispositivo metálico tipo tenaza que sostiene el extremo libre de la ligadura metálica



Figura 5. Aparato de medición Shimadzu Universal Testing Instruments serie AG-IS

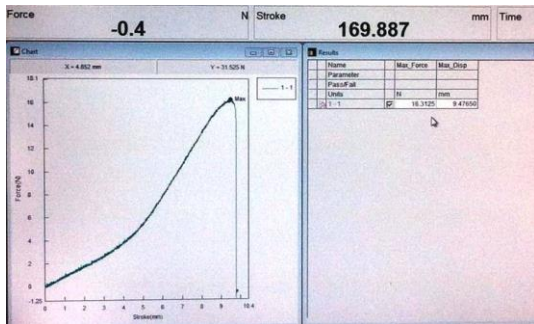


Figura 6. Curva de medición de la cantidad de fuerza y longitud del elástico antes de romperse

	<b>Fuerza Máxima</b>	<b>Desplazamiento Máximo</b>
<b>Unidades</b>	<b>N (Newtons)</b>	<b>mm (milímetros)</b>
1 – 1	15.65	7.939
1 – 2	17.37	11.432
1 – 3	19.27	11.959
1 – 4	15.18	8.580
1 – 5	17.50	11.089
1 – 6	20.90	15.181
1 – 7	17.75	10.189
1 – 8	16.13	10.188
1 – 9	18.55	11.131
1 – 10	17.25	10.939
1 – 11	15.65	7.939
1 – 12	17.25	10.939
1 – 13	19.27	11.959
1 – 14	16.13	10.188
1 – 15	18.55	11.131

	<b>Fuerza Máxima</b>	<b>Desplazamiento Máximo</b>
<b>Unidades</b>	<b>N (Newtons)</b>	<b>mm (milímetros)</b>
1 – 16	20.90	15.181
1 – 17	17.75	10.189
1 – 18	15.18	8.580
1 – 19	17.50	11.089
1 – 20	17.37	11.432

Tabla 1. Resultados de fuerza aplicada al elástico con la mecánica Tie Back y máxima elongación antes de romperse

		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Válido	7,939	2	10,0
	8,580	2	10,0
	10,188	2	10,0
	10,189	2	10,0
	10,939	2	10,0
	11,089	2	10,0
	11,131	2	10,0
	11,432	2	10,0
	11,959	2	10,0
	15,181	2	10,0
	Total	20	100,0

TABLA 2. Longitud máxima de los elastíes

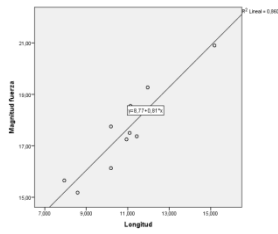


Figura 7. Correlación de la longitud del elástico con la magnitud de la fuerza

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	15,18	2	10,0
	15,65	2	10,0
	16,13	2	10,0
	17,25	2	10,0
	17,37	2	10,0
	17,50	2	10,0
	17,75	2	10,0
	18,55	2	10,0
	19,27	2	10,0
	20,90	2	10,0
	Total	20	100,0

TABLA 3. Fuerza máxima de los elastíes