

Artículo Científico

**Coeficiente de fricción en la interfaz slot-alambre con tres tipos de pastas dentales
Prueba *in vitro*****Friction coefficient in the slot-wire interface with three types of toothpastes.
In vitro test**

Nelson Gemio Suño 1.

1. Odontólogo. Docente de Ortodoncia. Universidad del Valle La Paz. dr.nelsongemio@gmail.com

RESUMEN

Se comparó la influencia en la fricción de tres tipos de pastas dentales al azar: una pediátrica, una de adulto y la profiláctica, en la interfaz slot-alambre (ranura del bracket). Se fabricó un sistema de fricción con brackets ranura cero y un alambre 0,019 x 0,025 [in] pulgadas. Se validaron los datos encontrados mediante la prueba del "t" de student. Los resultados demuestran que la pasta profiláctica de uso odontológico incrementa significativamente la fricción $381,22 \times 10^{-3}$ [N] Newtons, y la pasta adulta incrementa la fricción el doble de la pasta de pediátrica; $43,01 \times 10^{-3}$ [N]. En conclusión, la pasta pediátrica es la que menos afecta a la fricción.

Palabras claves: Fricción. Interfase slot-alambre. Pastas dentales.

ABSTRACT

The influence on friction of three types of random toothpastes was compared: one pediatric, one adult and the prophylactic, on the slot-wire interface (brace slot). A friction system with zero slot braces and a 0,019 x 0,025 [in] inch wire was made. The data found was validated using the student's "t" test. The results show that prophylactic paste for dental use significantly increases friction $381,22 \times 10^{-3}$ [N] Newtons, and the adult paste increases friction twice than the pediatric paste; $43,01 \times 10^{-3}$ [N]. In conclusion, pediatric paste is the one that least affects friction.

Keywords: Friction. Interphase slot-wire. Toothpaste.

INTRODUCCIÓN

La fricción o el rozamiento, físicamente, es la relación que existe entre dos superficies en contacto. Es fricción estática cuando "una fuerza se opone al inicio del movimiento"; es fricción dinámica cuando "ya en movimiento existe una fuerza que se opone al deslizamiento de una superficie sobre la otra", las cuales se generan debido a las imperfecciones microscópicas entre las superficies en contacto (1).

La diferencia entre el rozamiento dinámico y el estático en ortodoncia no es muy clara, pero se define que el estático es mayor que el dinámico, porque al permanecer en reposo, entre ambas superficies pueden aparecer enlaces iónicos, o incluso microsoldaduras entre las superficies. Este fenómeno es un tanto mayor cuanto más rugosas son las superficies (2).

La fricción en la interfaz ranura de brackets y el alambre es la fuerza que retarda o resiste el movimiento de dos superficies en contacto directo, que también dependen del tipo de ligadura, que pueden actuar en dirección opuesta al movimiento deseado (3).

El coeficiente de fricción depende principalmente de las características de las superficies y de la existencia o no de lubricante entre las mismas (4). Los coeficientes de fricción pueden variar de

un material a otro, pero lo que cabe destacar en todos los casos es que el coeficiente de fricción estática siempre va a ser mayor que el coeficiente de fricción dinámica (5).

En la selección del material ideal en ortodoncia hay que destacar aquellos que generen mínima resistencia friccional (6), sin embargo, también debe considerarse variables que pueden modificar la cantidad de fuerza friccional en cada caso, donde existe literatura que menciona múltiples causas físicas y biológicas (7).

Entre las variables que influyen en la fricción, existen las físicas que incluyen: la característica en el arco, la composición, la textura, o la rigidez, entre otras (8). Las variables en la ligadura como: la fuerza, el tipo y el material (9). Las variables en los brackets como: la composición, las dimensiones, el diseño (10) o la prescripción, entre otras características (11). Por otro lado, también existen las variables biológicas como: el tipo de saliva, la placa dental o la película adquirida (12).

Se reduce la resistencia friccional entre brackets y arcos, por la alteración del alambre, producto de fuerzas masticatorias y otras funciones orales. Las fuerzas biológicas en la boca pueden producir efectos adversos durante el tratamiento (13).

Otra variable a considerar es la composición de la pasta dental, que podría alterar la superficie del alambre, por su efecto abrasivo, pero no existe

literatura al respecto. Por tanto, el objetivo de este estudio es comparar la fricción en el interfaz slot-alambre, entre pastas dentales de uso pediátrico, de uso adulto y la pasta profiláctica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para comparar la fricción estática en la interfaz slot-alambre se eligió al azar: una pasta pediátrica, una de adulto y otra profiláctica. Se fabricó un sistema de poleas que funcione para el cálculo de la fuerza de fricción (figura 1), el cual posee una pendiente con 30° de inclinación, con un sistema de poleas no móviles. Sobre la hipotenusa del triángulo formado por el sistema (triángulo rectángulo) fueron ubicados cuatro brackets de ranura cero de $0,022 \times 0,028$ [in].

Antes de fijarlos a la base del sistema, estos fueron alineados con alambre de acero de $0,021 \times 0,025$ [in]. Una vez alineados y fijados en la base, se utilizó otro alambre para el estudio de $0,019 \times 0,025$ [in]. Posicionado en el cateto vertical, un contrapeso de (60 ± 1) gr, logrando un sistema cinemáticamente estático.

Con un dinamómetro de resorte marca Stanley de industria estadounidense (figura 2), se calculó la cantidad de fuerza necesaria para desplazar el alambre desde su punto 0, es decir, medir la fricción estática en la interfaz slot-alambre, para luego comparar con las pastas dentales. El dinamómetro cuenta con un rango limitado entre $[0,250]$ gr.

Figura N°1. Sistema para el cálculo de la fuerza de fricción



Fuente. Elaboración y confección propia. 2019.

Figura N° 2. Dinamómetro de resortes



Fuente: Fotografía propia. 2019.

Comparativamente, los datos de medición directa y cálculos probabilísticos fueron verificados siguiendo la siguiente notación:

n = número de muestras.

m_A = Masa necesaria para desplazar el sistema lubricado con pasta pediátrica.

m_B = Masa necesaria para desplazar el sistema lubricado con pasta para adultos.

m_C = Masa necesaria para desplazar el sistema lubricado con pasta profiláctica.

\bar{x} = El valor promedio de las muestras.

s_x = La desviación estándar de las muestras.

En el cálculo directo de la masa necesaria para desplazar el sistema bajo las distintas pastas dentales, se utilizó el dinamómetro en el lado opuesto al contrapeso para, posteriormente, ejercer una fuerza mínima constante hasta que el sistema entre en movimiento. Cuando el sistema interrumpió su estado estático se tomó la muestra de la masa necesaria para mover el sistema y se lo restó con la masa del contrapeso para hallar la variación de masa que se necesita en el cálculo. Se obtuvo 5 muestras, que fueron sometidas al análisis “t” de student para determinar su fiabilidad.

- Se calcula la desviación estándar mediante la fórmula:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}\right)^2}{n-1}}$$

- El valor del “t” de student se lo obtiene por tablas conociendo que nuestro nivel de confianza será 80% y nuestros grados de libertad serán 4:

$$t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} = 1,533$$

- Obtenemos el valor promedio mediante la fórmula:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

La cantidad de muestras son las siguientes:

Tabla N°1. Cantidad de muestras para verificar el nivel de confianza

N°	m_A [gr]	m_B [gr]	m_C [gr]
1	5,0	8,0	40,0
2	5,0	8,0	35,0
3	2,0	10,0	40,0
4	5,0	8,0	40,0
5	5,0	8,0	40,0
\bar{x}	4,4	8,4	39,0
s_x	1,3	0,9	2,2
$t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$	1,533	1,533	1,533

Fuente: Elaboración propia. 2019.

Mediante la prueba de hipótesis verificamos que nuestros datos tengan exactitud, para ello utilizamos los siguientes pasos:

a. Formulación de la hipótesis

$$H_0: \bar{x} = \mu$$

$$H_0: \bar{x} > \mu$$

$$H_0: \bar{x} < \mu$$

b. Selección y cálculo del estadístico

$$t_{calc} = \frac{|\bar{x} - \mu|}{s/\sqrt{n}}$$

c. Decisión

Tiene exactitud si: $t_{calc} < t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$

No tiene exactitud si: $t_{calc} > t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$

Realizando los pasos ya mencionados, se demuestra que, en total plenitud, nuestros datos poseen exactitud. Entonces, la fuerza de fricción generada con las diferentes pastas estará definida por: $f_r = \bar{m} \cdot \vec{g}$ (Gravedad en la ciudad de la paz $\vec{g} = 9,775 \frac{m}{s^2}$, además $1[gr] = 1 \times 10^{-3}[Kg]$).

RESULTADOS

La pasta pediátrica mostró un incremento en la fricción de $43,01 \times 10^{-3}$ [N]; con la pasta de adultos se registró un aumento de $82,11 \times 10^{-3}$ [N]; y con la pasta profiláctica se observó mayor incremento de la fricción. Los resultados, según la fórmula expresados en Newtons, son los siguientes:

Tabla N°2. Resultados de la Fricción generada en Newtons con las tres muestras

Objeto	Descripción	Fricción Generada	Fuerza en gramos
A	Pasta Pediátrica	$43,01 \times 10^{-3}$ [N]	43,01 [gr]
B	Pasta para Adultos	$82,11 \times 10^{-3}$ [N]	82,11 [gr]
C	Pasta Profiláctica	$381,22 \times 10^{-3}$ [N]	381,22 [gr]

Fuente: Elaboración propia. 2019.

DISCUSIÓN

Es importante determinar la fuerza friccional que se opone al movimiento dentario, mencionamos factores físicos y biológicos, pero no existen estudios al respecto sobre cómo afectan las pastas dentales en la interfaz slot-alambre. Las pastas dentales tienen componentes abrasivos, que durante su aplicación en el cepillado dental se distribuyen en la superficie dentaria, así como en los metales, actuando en la fricción y afectando directamente al movimiento dentario. Se debe considerar su indicación durante el tratamiento de ortodoncia con brackets y, en particular, con la mecánica de cierre de espacios con fricción.

Los resultados de la fricción generada son dependientes del tamaño de partículas que tenga cada pasta dental, no se encontró información sobre el tamaño de partículas abrasivas en

los envases de las pastas pediátrica, adulta y profiláctica, tampoco se tomó en cuenta el uso de ninguna función trigonométrica debido a que el dinamómetro se encontraba paralelo al plano cuando se realizó la toma de nuestros datos.

CONCLUSIONES

Los resultados expresados en Newtons mediante la fórmula demuestran que con la pasta profiláctica se incrementa significativamente la fricción a $381,22 \times 10^{-3}$ [N], la cual directamente afectaría a una mecánica friccional en la interfaz slot-alambre. La pasta de adulto genera una fricción que duplica la fricción que produce una pasta pediátrica $43,01 \times 10^{-3}$ [N]. En conclusión, la pasta pediátrica es la que menos afecta a la fricción en la interfaz slot-alambre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Hamdan A. The effect of different combinations of tip and torque on archwire/bracket friction. *Eur J Orthod.* 2008;; p. 508 - 514. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjn017>
- (2) Anand M, Turpin D, Jumani K, Spiekerman C, Huang G. Retrospective investigation of the effects and efficiency of self-ligating and conventional brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;; p. 67- 75. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.12.029>
- (3) Pandis N, Fleming P, Spineli L, Salantid G. Initial orthodontic alignment effectiveness with self-ligating and conventional appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;; p. 152 - 163. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.12.016>
- (4) Clocheret k, Willems G. Dynamic frictional behaviour of orthodontic archwires and brackets. *Eur J Orthod.* 2004;; p. 163-170. <https://doi.org/10.1093/ejo/26.2.163>
- (5) Rossouw E. A fundamental review of variables associated with low velocity frictiona dynamics. *Semin Orthodontics.* 2003;; p. 223 - 235. <https://doi.org/10.1016/j.sodo.2003.08.003>
- (6) Schwartz M. Fact or friction: The clinical relevance of in Vitro steady-state friction studies. *J Clin Orthod.* 2007;; p. 427 - 431.
- (7) Camargo L, Garcia S. Fricción durante la retracción de caninos en ortodoncia. *Revista CES Odontología.* 2007;; p. 57-63.
- (8) Suárez D. Arco recto de baja fricción. *Revista Ortodoncia Española.* 2005; 2(33): p. 83.
- (9) Alio-Sanz J, Claros M. In vitro comparative study on the friction of stainless steel wires with and without Orthospeed on an inclined plane. *J Clin Exp Dent.* 2016;; p. 141. <https://doi.org/10.4317/jced.52715>
- (10) Ribeiro A, Mattos C, Ruellas A. In vitro comparison of the friction forces in new and used brackets. *Orthodontics.* 2012;; p. 44.
- (11) Fourie Z, Ozcam M. Effect of dental arch convexity and type of archwire on frictional forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;; p. 14. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.06.026>
- (12) Dridi A, Bensalah W, Mezlini S, Tobji S, Zidi M. Influence of bio-lubricans on the orthodontic friction. *J Mech Biomed Mater.* 2016;; p. 7. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2015.12.026>
- (13) Montasser M, Keilig L, Reimann S, Jáguer A, Bourauelf C. Effect of archwire cross-section changes on force levels during complex tooth alignment with conventional and self-ligating brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;; p. 147. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.11.024>

Derechos de Autor (c) 2020 Nelson Gemio Suxo.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra

[Resumen de licencia - Texto completo de la licencia](#)