

Construcción y validación instrumental de monofilamentos de gamboa para la evaluación somatosensorial orofacial

INVESTIGACIÓN

Construction and instrumental validation of gamboa monofilaments for orofacial somatosensorial assessment

Construção e validação instrumental do monofilamentos de gamboa para avaliação somatossensorial orofacial

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo construir y validar instrumentalmente monofilamentos desechables de bajo coste para evaluar la sensibilidad orofacial. Los monofilamentos se denominaron monofilamentos Gamboa y se crearon con monofilamentos de hilo de pescar de nylon de diferentes diámetros (de 0,16 a 0,8 mm) y longitudes (de 10 a 110 mm) adheridos perpendicularmente a uno de los extremos de los palitos de helado. Se utilizaron los monofilamentos Semmes-Weinstein como referencia para la fuerza objetivo. La fuerza ejercida por ambos monofilamentos se midió con una balanza de precisión. A través del coeficiente de variabilidad se evaluó la variabilidad de los datos de fuerza ejercida por los monofilamentos Semmes-Weinstein y Gamboa, y se utilizó una prueba t de dos muestras para comparar la fuerza ejercida por ambos monofilamentos. Los rangos de variabilidad de la fuerza de los monofilamentos Semmes-Weinstein y Gamboa van del 0,5 al 10,9 % y del 0,33 al 16,97 %, respectivamente. Treinta y ocho monofilamentos Gamboa no mostraron diferencias con respecto a los monofilamentos Semmes-Weinstein de 0,008 a 100 g. La fuerza ejercida por monofilamentos Semmes-Weinstein de 0,02; 0,07; 0,16; 0,4; 0,6; 1; 4; 8; 10; 15 y 100g puede obtenerse variando el diámetro y la longitud de los monofilamentos Gamboa. En conclusión, el estudio desarrolló y validó monofilamentos desechables de bajo coste, demostrando que los monofilamentos Gamboa podían replicar la fuerza de los monofilamentos Semmes-Weinstein dentro del rango de 0,008 y 100g. Este hallazgo sugiere aplicaciones potenciales en el futuro, particularmente en el contexto de la evaluación de las sensaciones orofaciales.

AUTORÍA

-  Natalia Gamboa Caicha¹
-  Aler Fuentes del Campo¹
-  Melissa Solar López²
-  Rodolfo Miralles³

CORRESPONDENCIA:

Natalia Gamboa
ngamboa@odontologia.uchile.cl

Recibido: 23/05/2025
Aceptado: 08/07/2025



Palabras clave: Umbral sensorial, Detección de Señal, Monofilamentos de Semmes-Weinstein, Percepción del Tacto, instrumentación.

1 Laboratorio de Fisiología Oral, Instituto de Investigación en Ciencias Odontológicas, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

2 Departamento del Niño y Ortopedia Dentomaxilar, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Santiago, Chile

3 Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad Mayor, Santiago, Chile.

Abstract

The present study aimed to construct and instrumentally validate disposable low-cost monofilaments to evaluate orofacial sensitivity. The monofilaments were called Gamboa monofilaments and were created with nylon fishing line monofilaments of different diameters (0.16 to 0.8 mm) and lengths (10 to 110 mm) glued perpendicularly to the ends of popsicle sticks. Semmes-Weinstein monofilaments were used as a reference for the target force. The force exerted by both monofilaments was measured with a precision scale. The coefficient of variability assessed force data variability of Semmes-Weinstein and Gamboa monofilaments, and a two-sample t-test was used to compare the force exerted by Semmes-Weinstein and Gamboa monofilaments. The force variability ranges of Semmes-Weinstein and Gamboa monofilaments range from 0.5 to 10.9 % and 0.33 to 16.97 %, respectively. Thirty-eight Gamboa monofilaments did not show differences from the 0.008 to 100 g Semmes-Weinstein monofilaments. The force exerted by 0.02; 0.07; 0.16; 0.4; 0.6; 1; 4; 8; 10; 15 y 100g Semmes-Weinstein monofilaments can be obtained by varying the diameter and length of Gamboa monofilaments. In conclusion, the study developed and validated low-cost disposable monofilaments, showing that Gamboa monofilaments could replicate the force of Semmes-Weinstein monofilaments within the range of 0.008 and 100 g. This finding suggests potential applications in the future, particularly in the context of evaluating orofacial sensations.

Keywords: Sensory thresholds, Signal detection, Semmes-Weinstein monofilaments, Tactile perception, instrumentation.

Introducción y antecedentes

El sistema nervioso central requiere señales periféricas de los mecanorreceptores orofaciales para la regulación sensoriomotora de los comportamientos orales, lo que permite funciones como la deglución, la fonoarticulación y la masticación.⁽¹⁾ Estas señales abarcan una varie-

Resumo:

O presente estudo teve como objetivo construir e validar instrumentalmente monofilamentos descartáveis de baixo custo para avaliar a sensibilidade orofacial. Os monofilamentos foram chamados de monofilamentos de Gamboa e foram criados com monofilamentos de linha de pesca de náilon de diferentes diâmetros (0,16 a 0,8 mm) e comprimentos (10 a 110 mm) colados perpendicularmente às extremidades de palitos de picolé. Os monofilamentos de Semmes-Weinstein foram usados como referência para a força-alvo. A força exercida por ambos os monofilamentos foi medida com uma balança de precisão. O coeficiente de variabilidade avaliou a variabilidade dos dados de força dos monofilamentos de Semmes-Weinstein e Gamboa, e um teste t de duas amostras foi usado para comparar a força exercida pelos monofilamentos de Semmes-Weinstein e Gamboa. As faixas de variabilidade de força dos monofilamentos de Semmes-Weinstein e Gamboa variam de 0,5 a 10,9 % e de 0,33 a 16,97 %, respectivamente. Trinta e oito monofilamentos de Gamboa não apresentaram diferenças em relação aos monofilamentos de Semmes-Weinstein de 0,008 a 100 g. A força exercida pelos monofilamentos de Semmes-Weinstein de 0,02; 0,07; 0,16; 0,4; 0,6; 1; 4; 8; 10; 15 y 100g pode ser obtida variando-se o diâmetro e o comprimento dos monofilamentos de Gamboa. Concluindo, o estudo desenvolveu e validou monofilamentos descartáveis de baixo custo, demonstrando que o monofilamentos de Gamboa pode reproduzir a força do monofilamentos de Semmes-Weinstein na faixa de 0,008 e 100 g. Esse achado sugere possíveis aplicações no futuro, especialmente no contexto da avaliação das sensações orofaciais.

Palavras-chave: Limiar sensorial, Detecção de Sinal, Monofilamentos de Semmes-Weinstein, Percepção do Tato, instrumentação.

dad de estímulos, como el tacto, la presión, la vibración, la temperatura y el dolor. La integridad de estas vías de señalización facilita la percepción consciente respecto a la ubicación, posición y movimientos adecuados de la mandíbula, los labios y la lengua.⁽²⁾

Los monofilamentos de Semmes-Weinstein (MSW) son instrumentos rápidos y directos que pueden utilizarse para evaluar las capacidades somatosensoriales en la piel y las mucosas de la zona orofacial y el resto del

cuerpo en animales y seres humanos.⁽³⁾ Estos monofilamentos están compuestos por una serie de filamentos rectos de nylon de diferentes diámetros. Los filamentos están angulados desde su mango, donde cada uno genera una magnitud de fuerza que oscila entre 0,008 y 300g. Estos dispositivos se basan en la teoría de Euler; una ley física que establece que una fibra elástica de diámetro constante ejerce una fuerza continua cuando un extremo se presiona verticalmente contra una superficie, como la piel, mientras el otro extremo está fijo. La magnitud de la fuerza puede aumentar antes del inicio de la flexión del filamento, momento en el que se vuelve incapaz de seguir aumentando. Además, la magnitud de la fuerza es directamente proporcional a la rigidez, que está directamente relacionada con el grosor del filamento e inversamente proporcional al cuadrado de la longitud. La magnitud de la fuerza ejercida por cada monofilamento puede cuantificarse mediante la utilización de una escala de precisión.⁽⁴⁾

Las fuerzas ejercidas por los MSW se han utilizado para estimar diversos parámetros, como el umbral de detección táctil, de discriminación y de dolor. El umbral de detección táctil se define como la fuerza mínima a la que un participante puede percibir la presión generada por un monofilamento. El umbral de discriminación permite distinguir entre dos estímulos de distinta magnitud de fuerza generados por dos monofilamentos diferentes en un mismo sitio. Por último, el umbral del dolor constituye la fuerza mínima que puede percibirse como un estímulo nociceptivo.⁽³⁾

La región orofacial, en particular los labios y la lengua, se distingue por un patrón de innervación denso y sensible. Es por esto que se han realizado numerosos estudios en esta zona. A pesar de su condición de gold standard para las pruebas sensoriales, los MSW presentan ciertos retos debido a las dimensiones del monofilamento y al tamaño del mango, que restringen el acceso y la maniobrabilidad dentro de la cavidad oral.⁽⁵⁾ Además, debido a la contaminación salival requieren un alto nivel de desinfección, exponiendo así los monofilamentos a la humedad presente dentro de la cavidad oral y del desinfectante. Esta exposición puede provocar la descalibración o destrucción de los monofilamentos⁽²⁾, reduciendo así su durabilidad.^(6,7) El elevado coste de reposición de los MSW^(6,7) ha impulsado el desarrollo de monofilamentos de bajo coste. En la actualidad, se han fabricado monofilamentos utilizando hilo de pescar de nylon o suturas de nylon.^(2,4,8) De Sousa y cols. desarrollaron filamentos utilizando un hilo de pescar de nylon de 0,35mm y palitos de helado. Los monofilamentos se crearon utilizando uno, dos o tres monofilamentos de nylon pegados entre sí y variando la longitud de 30 a 100 mm, obteniendo un rango de fuerza de 7,5

a 120,1 g.⁽⁴⁾ Bearely y Cheung construyeron sus monofilamentos utilizando suturas de nylon y catéteres ureterales. Los diámetros de las suturas oscilaban entre 2-0 y 7-0, y la longitud de cada monofilamento era de 20 mm, ejerciendo un rango de fuerza de 0,018 a 4,86 g.⁽²⁾ Eliav y Gracely desarrollaron monofilamentos utilizando suturas Prolene 7-0 de 0,5 a 2,5 pulgadas de longitud, generando fuerzas en un rango de 0,2 a 72 g.⁽⁸⁾ Sin embargo, cabe señalar que el rango de fuerza alcanzado por estos estudios no reproducía totalmente la fuerza de la MSW, especialmente el monofilamento de 0,008 g, que puede ser indispensable para evaluar la sensibilidad de zonas muy sensibles como la punta de la lengua en la cavidad oral.

La novedad de la presente investigación radica en la fabricación de monofilamentos desechables de distintas longitudes y diámetros, poniendo especial énfasis en monofilamento más ligero que no fue confeccionado en estudios anteriores.

En vista de lo anterior, el objetivo de este estudio es desarrollar y validar monofilamentos desechables de bajo coste, denominados monofilamentos de Gamboa (MG), con diferentes diámetros y longitudes de hilos de nylon, que permitan la evaluación somatosensorial orofacial.

Materiales y métodos

La creación de MG se realizó en una sala cerrada a temperatura y humedad ambiente, basándose en protocolos de estudios anteriores,^(2,4) utilizando hilos de nylon y palitos de helado de madera. Se utilizaron monofilamentos de hilo de pescar de nylon (Nylon, Ekilon®, Equipisca, Brasil) de 0,16mm; 0,20mm; 0,25mm; 0,30 mm; 0,35mm; 0,40mm; 0,50mm; 0,60mm; 0,70mm y 0,80mm de diámetro. La presentación comercial del hilo de pescar es enrollado en un carrete, por lo que se aplicó tensión para enderezarlo. Para esto se diseñó un cartón piedra (gris compacto) con 10 ranuras como se observa en la **Figura 1A**. Se tomaron 2 metros de cada uno de los distintos grosores de hilos de nylon y se tensionaron entre dos ranuras opuestas del cartón manteniéndose fijas en su posición sólo por tensión, donde se mantuvo por 2 semanas. Luego, se seleccionaron los segmentos que estuviesen rectificadas y se cortaron en longitudes de 120mm. Se utilizaron palitos de helado de madera (Marzu, Chile) de 1,0 x 11,2 x 0,3cm para el mango, y una pistola de silicona caliente para manualidades (HL-N2, Hand, China) para adherir el nylon al palito de madera. Se aplicó 1 cm de longitud de silicona de 3mm de grosor aproximadamente, a 1cm del extremo del palito de helado donde se posicionó el segmento de nylon (**Figura 1B**) y se presionó con una espátula para

asegurar que la silicona no sobresalga del borde lateral. Posteriormente se cortaron los segmentos de nylon entre 10 mm y 110 mm en intervalos de 10 mm desde el bor-

de el palito de madera para cada uno de los diámetros de nylon utilizado generando los MG.

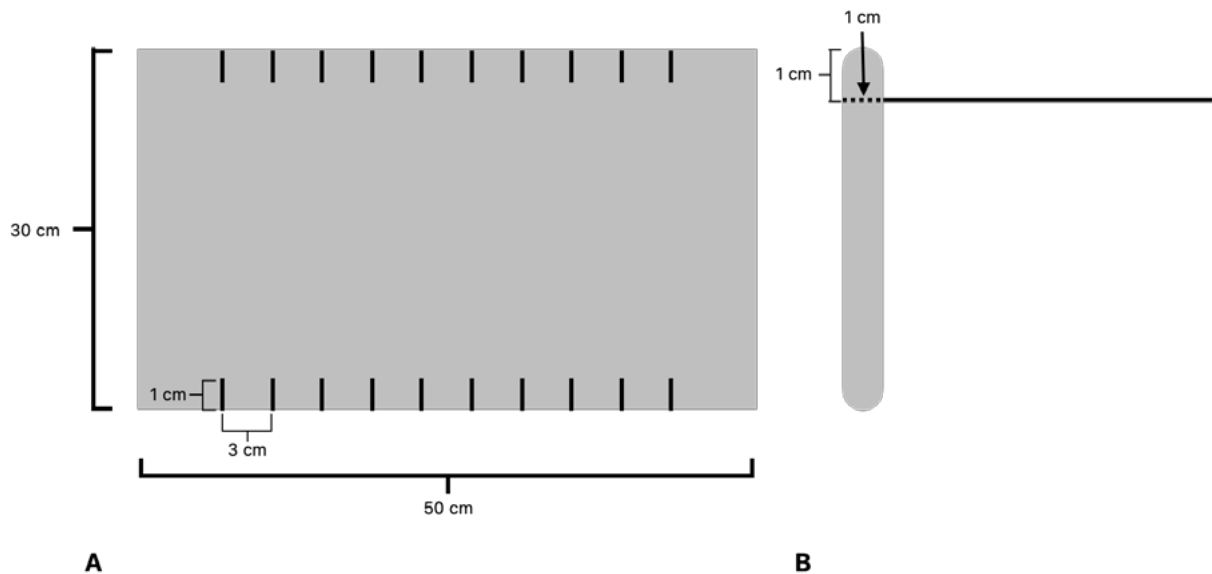


Figura 1. A. Esquema de cartón piedra con ranuras para tensionar hilos de nylon. B. Esquema de monofilamento Gamboa, línea punteada muestra la posición y la porción de silicona utilizada.

Los MSW (Aesthesio®, Precise Tactile Sensory Evaluator, DanMic Global, California, EE.UU.) corresponden a monofilamentos estandarizados de longitudes constantes y diámetros diferentes, cada monofilamento está calibrado por el fabricante para proporcionar su fuerza objetivo dentro de una desviación estándar del 5% y se utilizó para determinar la fuerza objetivo de referencia y el entrenamiento del operador.

La técnica utilizada para medir la fuerza ejercida por todos los monofilamentos consistió en colocar el extremo libre del monofilamento perpendicular a una plataforma de una balanza de precisión (Professional Digital Jewellery Scale 8028-series, China) y, a continuación, presionar manualmente contra esta superficie hasta que se flectara, momento en el que se registró el valor (**Figura 2**).

Para la calibración del operador, se le entrenó para obtener la fuerza objetivo descrita por el fabricante del MSW, controlando visualmente el ángulo de aplicación que sea perpendicular a la plataforma de la báscula, así como la velocidad de aplicación de la fuerza para lograr un único punto de contacto con la plataforma de la báscula mediante un movimiento suave y controlado de la mano del operador. A modo de estandarización para la medición

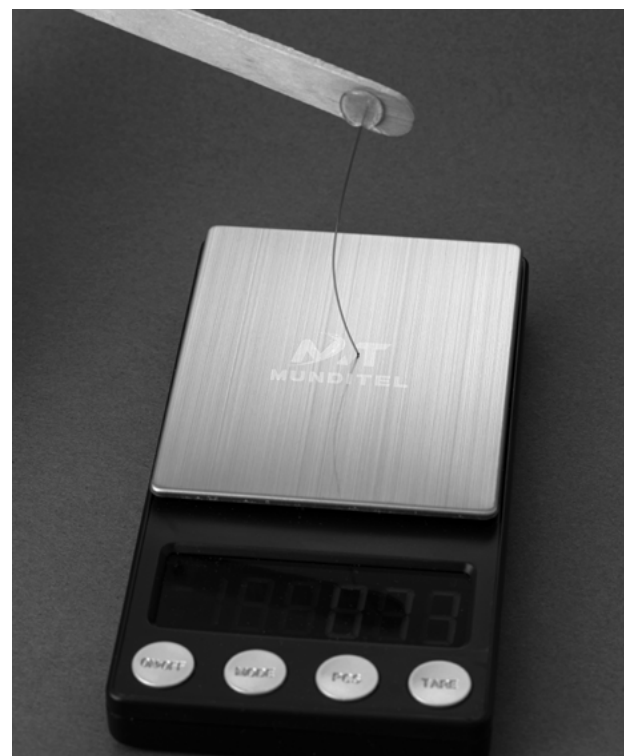


Figura 2. Medición de la fuerza del monofilamento Gamboa.

de fuerza, el operador posicionó el extremo libre del MG a 1 cm del centro de la plataforma de la báscula y lo acerca hasta contactar con la plataforma demorando 1 segundo aproximadamente, donde se mantiene el contacto hasta que se flexe el filamento por aproximadamente 1 segundo. A continuación, el operador registró tres veces la fuerza ejercida por cada uno de los 20 MSW. Este procedimiento se repitió una semana después para evitar la fatiga del MSW y del operador. La concordancia entre las dos sesiones se evaluó mediante el test estadístico kappa de Cohen, que determinó una concordancia casi perfecta (0,85).

La fuerza ejercida por cada MG se registró utilizando la misma técnica descrita anteriormente. Los datos de longitud, diámetro y fuerza ejercida por cada filamento se registraron tres veces en una tabla de Excel (Microsoft Corporation, EE.UU.).

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para analizar la distribución de los datos. Se evaluó el coeficiente de variabilidad de la fuerza ejercida por los MSW y los MG, y se utilizó una prueba t de dos muestras para comparar la fuerza ejercida entre los MSW y los MG. Un valor de $P < 0,05$ se consideró estadísticamente significativo. Los datos se analizaron mediante la función de análisis de datos de Excel (Microsoft Corporation, EE.UU.).

Resultados

La variabilidad de la fuerza de los MSW y MG osciló entre el 0,5 y el 10,9% y entre el 0,33 y el 16,97%, respectivamente. La tabla 1 muestra el diámetro y la longitud de 38 MG, que no mostraron diferencias significativas en la fuerza en gramos con respecto a los MSW ($P > 0,05$). Obsérvese que la fuerza de algunos MSW puede obtenerse con diferentes MG variando el diámetro y la longitud (MSW 0,02, 0,07, 0,16, 0,4, 0,6, 1, 4, 8, 10, 15, 100 g).

Tabla 1. Diámetro y longitud de los monofilamentos Gamboa en relación con la fuerza de los monofilamentos Semmes-Weinstein.

Monofilamento Semmes-Weinstein (MSW) (g)	Monofilamento Gamboa (MG)	
	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
0,008	0,16	110
0,02	0,16	100
	0,2	90
0,04	0,16	70

Monofilamento Semmes-Weinstein (MSW) (g)	Monofilamento Gamboa (MG)	
	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
0,07	0,16	60
	0,2	80
0,16	0,2	50
	0,25	80
0,4	0,3	70
	0,35	90
0,6	0,2	30
	0,25	40
	0,3	60
	0,35	70
	0,4	100
	0,35	60
1	0,5	90
1,4	0,6	100
4	0,2	10
	0,3	20
6	0,8	100
8	0,25	10
	0,35	20
	0,5	40
	0,6	50
	0,7	90
	0,7	80
10	0,8	90
	0,3	10
15	0,5	30
	0,8	70
	0,8	80
26	0,5	20
60	0,7	30
100	0,6	10
	0,8	20

Discusión

La literatura muestra el uso de MSW de 0,008 a 6 g para evaluar umbrales de detección táctil y de 4 a 100 g para evaluar umbrales de dolor en zonas como la piel del labio superior,⁽⁹⁾ del mentón,⁽⁹⁾ y de las mejillas,⁽¹⁰⁻¹²⁾ de la encía,^(10,12-14) del paladar duro y blando^(14,15) y de la lengua.^(10,11,13,14,16-19) Aunque los MSW se consideran una opción estandarizada y no invasiva para evaluar las sensaciones táctiles y de dolor en el área orofacial, se han descrito varios factores que podrían afectar su rendimiento.⁽²⁰⁾ Las investigaciones han demostrado un aumento de la plasticidad y una reducción de la resistencia a la flexión de los MSW que se desencadena por aumentos de temperaturas y humedad^(21,22) o producidas por la necesidad de una desinfección de alto nivel.⁽²⁾ Estos factores deben tenerse en cuenta al contemplar la aplicación del monofilamento en la cavidad bucal. Por otro lado, la carga repetida de los MSW podría afectar a la fuerza de flexión, incluso después de un periodo de reposo.^(6,22,23) Para los MG se utilizó nylon como el material para construir los monofilamentos. Esto es similar al MSW y a otros monofilamentos construidos en estudios anteriores. Los estudios de Eliav y Gracely⁽⁸⁾ and de Bearely y Cheung⁽²⁾ seleccionaron nylon de suturas para construir sus monofilamentos, mientras que De Sousa y cols.⁽⁴⁾ utilizaron monofilamentos de hilo de pescar como en el presente estudio; estos materiales son compatibles con el entorno intraoral, pero para evitar el efecto de la humedad y la carga repetida, es recomendable que sean desechables.

Para alcanzar la fuerza objetivo de los MSW, en los MG se varió la longitud y el diámetro de los monofilamentos. En los estudios antes mencionados emplearon un enfoque diferente, fijando el diámetro y variando la longitud^(4,8) o fijando la longitud y variando el diámetro,⁽²⁾ consiguiendo fuerzas que oscilan entre 0,02 y 120 g, mientras que utilizando MG las fuerzas oscilan entre 0,008 y 100 g. Estos hallazgos se alinean con los prin-

cipios esbozados por la teoría de Euler y tienen el potencial de generar la fuerza necesaria para evaluar el umbral táctil o de dolor en la zona orofacial, donde cobra especial relevancia el MG de 0,008 g. Para acceder a zonas profundas de la región orofacial, como es el caso de la mucosa palatina en el sector posterior, Komiyama y cols.⁽¹⁴⁾ utilizaron MSW cortados a la mitad; no obstante, este procedimiento eleva la fuerza ejercida por los MSW originales. En este contexto, la versatilidad de los MG facilita la evaluación de zonas superficiales o profundas de la región orofacial mediante la creación por parte del investigador de la versión más larga o corta de los monofilamentos. Esto puede proporcionar una mayor comodidad tanto para los pacientes como para el evaluador clínico a la hora de utilizarlos.

En resumen, el impacto clínico de los MG radica en que cubren el rango de fuerza necesario para evaluar los umbrales táctiles y de dolor en la zona orofacial. Una ventaja fundamental de estos dispositivos es que el investigador puede fabricarlos en diferentes longitudes y diámetros que ejercen fuerzas similares. Esta característica permite a los clínicos seleccionar el monofilamento más adecuado para evaluar un área orofacial específica.

Limitaciones

Dados los resultados obtenidos en este estudio, se sugiere desarrollar monofilamentos de hilo de pescar de nylon de distintos grosores, más finos o gruesos que los utilizados en el presente estudio, de modo que sea posible generar una gama más diversa de combinaciones para monofilamentos. Se aconseja que cada monofilamento fabricado se someta a evaluación antes de su aplicación en un paciente, con el objetivo de garantizar que la fuerza de flexión sea exacta. Por su parte el operador debe encontrarse calibrado para regular la velocidad de aplicación y la profundidad de inserción del monofilamento

Conclusiones

El presente estudio desarrolló y validó instrumentalmente monofilamentos desechables de bajo costo. Los resultados del estudio demostraron que, a través de la utilización de diferentes diámetros y longitudes de monofilamentos de nylon, se generaron 38 monofilamentos Gamboa, con los cuales es posible reproducir la fuerza de los monofilamentos Semmes-Weinstein dentro del intervalo de 0,008 y 100 g. Este hallazgo indica una vía potencialmente fructífera para futuras aplicaciones de investigación, en particular en el contexto de la evaluación de las sensaciones táctiles y de dolor orofaciales.

REFERENCIAS

1. Trulsson M, Johansson RS. Orofacial mechanoreceptors in humans: encoding characteristics and responses during natural orofacial behaviors. *Behavioural brain research*. 2002 Sep;135(1-2):27-33.
2. Bearely S, Cheung SW. Sensory Topography of Oral Structures. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2017 Jan;143(1):73-80.
3. Etter NM, Breen SP, Alcala MIM, Ziegler GR, Hayes JE. Assessment of Midline Lingual Point-Pressure Somatosensation Using Von Frey Hair Monofilaments. *J Vis Exp*. 2020 Feb;(156).
4. De Sousa MVP, Ferraresi C, de Magalhães AC, Yoshimura EM, Hamblin MR. Building, testing and validating a set of home-made von Frey filaments: a precise, accurate and cost effective alternative for nociception assessment. *J Neurosci Methods*. 2014 Jul;232:1-5.
5. Van der Cruyssen F, Van Tieghem L, Croonenborghs TM, Baad-Hansen L, Svensson P, Renton T, et al. Orofacial quantitative sensory testing: Current evidence and future perspectives. *Eur J Pain*. 2020 Sep;24(8):1425-39.
6. Lavery LA, Lavery DE, Lavery DC, Lafontaine J, Bharara M, Najafi B. Accuracy and durability of Semmes-Weinstein monofilaments: what is the useful service life? *Diabetes Res Clin Pract*. 2012 Sep;97(3):399-404.
7. Chikai M, Ozawa E, Takahashi N, Nunokawa K, Ino S. Evaluation of the variation in sensory test results using Semmes-Weinstein monofilaments. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2015 Aug;2015:1259-62.
8. Eliav E, Gracely RH. Sensory changes in the territory of the lingual and inferior alveolar nerves following lower third molar extraction. *Pain* [Internet]. 1998;77(2):191-9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304395998001006>
9. Heft MW, Robinson ME. Age differences in suprathreshold sensory function. *Age (Dordr)*. 2014 Feb;36(1):1-8.
10. Komiyama O, De Laat A. Tactile and pain thresholds in the intra- and extra-oral regions of symptom-free subjects. *Pain*. 2005 Jun;115(3):308-15.
11. Michelotti A, Farella M, Stellato A, Martina R, De Laat A. Tactile and pain thresholds in patients with myofascial pain of the jaw muscles: a case-control study. *J Orofac Pain*. 2008;22(2):139-45.
12. Okayasu I, Komiyama O, Ayuse T, De Laat A. Tactile sensory and pain thresholds in the face and tongue of subjects asymptomatic for oro-facial pain and headache. *J Oral Rehabil*. 2014 Dec 19;41(12):875-80.
13. Teranaka S, Shibaji T, Minakuchi S, Uematsu H. Age-related changes in oral mechanosensitivity of symptom-free subjects. *J Med Dent Sci*. 2008 Mar;55(1):61-9.
14. Komiyama O, Gracely RH, Kawara M, De Laat A. Intraoral measurement of tactile and filament-prick pain threshold using shortened Semmes-Weinstein monofilaments. *Clin J Pain*. 2008 Jan;24(1):16-21.
15. Park MJ, Byun JS, Jung JK, Choi JK. The correlation of gagging threshold with intra-oral tactile and psychometric profiles in healthy subjects: A pilot study. *J Oral Rehabil*. 2020 May;47(5):591-8.
16. Miles BL, Van Simaey K, Whitecotton M, Simons CT. Comparative tactile sensitivity of the fingertip and apical tongue using complex and pure tactile tasks. *Physiol Behav*. 2018 Oct;194:515-21.
17. Honda M, Iida T, Kamiyama H, Masuda M, Kawara M, Svensson P, et al. Mechanical sensitivity and psychological factors in patients with burning mouth syndrome. *Clin Oral Investig*. 2019 Feb;23(2):757-62.

18. Okayasu I, Oi K, De Laat A. The effect of nonfunctional tooth contact on sensory and pain perception in patients with myofascial pain of the jaw muscles. *J Prosthodont Res.* 2012 Apr;56(2):87–92.
19. Appiani M, Rabitti NS, Methven L, Cattaneo C, Laureati M. Assessment of Lingual Tactile Sensitivity in Children and Adults: Methodological Suitability and Challenges. *Foods.* 2020 Nov;9(11).
20. Virgin LN. On the mechanics of monofilaments used in touch sensory perception. *Med Eng Phys.* 2024 Jan;123:104083.
21. Haloua MH, Sierevelt I, Theuvenet WJ. Semmes-weinstein monofilaments: influence of temperature, humidity, and age. *J Hand Surg Am.* 2011 Jul;36(7):1191–6.
22. Lum E, Murphy PJ. Effects of ambient humidity on the Cochet-Bonnet aesthesiometer. *Eye (Lond).* 2018 Oct;32(10):1644–51.
23. Chikai M, Ino S. Buckling Force Variability of Semmes–Weinstein Monofilaments in Successive Use Determined by Manual and Automated Operation. *Sensors (Basel).* 2019 Feb;19(4).

Disponibilidad de datos

Todo el conjunto de datos que apoya los resultados de este estudio fue publicado en el propio artículo.

Declaración de conflicto de interés

Los autores del presente trabajo declaran que no existe ningún potencial conflicto de interés.

Fuente de financiamiento

Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de agencias de financiación en los sectores público, comercial o sin fines de lucro.

Declaración de contribución de autoría y colaboración

NOMBRE Y APELLIDO	COLABORACIÓN ACADÉMICA													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Natalia Gamboa Caicha	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
Aler Fuentes del Campo				x	x	x	x	x					x	x
Melissa Solar López			x			x	x							
Rodolfo Miralles				x		x	x	x				x		

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Administración del proyecto | 8. Metodología |
| 2. Adquisición de fondos | 9. Recursos |
| 3. Análisis formal | 10. Redacción - borrador original |
| 4. Conceptualización | 11. Software |
| 5. Curaduría de datos | 12. Supervisión |
| 6. Escritura - revisión y edición | 13. Validación |
| 7. Investigación | 14. Visualización |

Nota de aceptación:

Este artículo fue aprobado por la editora de la revista MSc. Dra. Natalia Tancredi.