

Excelente confiabilidad de la cámara termográfica de bolsillo para apoyar el diagnóstico de la neuropatía periférica diabética en atención primaria

Dante Rodríguez-Alonso¹, José Cabrejo-Paredes²

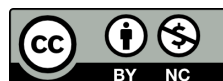
Fecha de recepción: 25 de mayo, 2022

Fecha de aprobación: 05 de junio, 2022

DOI: <https://doi.org/10.18050/revistamedicavallejiana.v11i2.01>

Como citar: Rodríguez-Alonso D, Cabrejo-Paredes J. Excelente confiabilidad de la cámara termográfica de bolsillo para apoyar el diagnóstico de la neuropatía periférica diabética en atención primaria. Rev. Med. Vallejana 2022; 11(2): 11-20. DOI: <https://doi.org/10.18050/revistamedicavallejiana.v11i2.01>

Derechos de reproducción: Este es un artículo en acceso abierto distribuido bajo la licencia CC



¹Universidad César Vallejo. Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6662-9210>

²Universidad Nacional de Trujillo. Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7335-0541>

Excelente confiabilidad de la cámara termográfica de bolsillo para apoyar el diagnóstico de la neuropatía periférica diabética en atención primaria

Dante Rodríguez-Alonso¹
José Cabrejo-Paredes²

Resumen

El objetivo de este estudio fue calcular la fiabilidad de las mediciones termográficas plantares (MTP) de la cámara FLIR C2 según la repetibilidad y la concordancia en el diagnóstico de neuropatía periférica diabética (NPD) en atención primaria. Se realizó una metodología en 20 pacientes diabéticos que fueron atendidos en una unidad médica ambulatoria y fueron evaluados para el diagnóstico de NPD utilizando la termografía infrarroja de la cámara FLIR C2 y FLIR E60. La MTP se localizó en el hallux, la base del primer metatarsiano, la base del tercer metatarsiano, la base del quinto metatarsiano y el talón. Se realizaron cinco MTP de cada pie según la Academia Americana de Termología en dos días diferentes utilizando la cámara FLIR C2 para calcular la repetibilidad. Se compararon cinco PTM de cada pie mediante la cámara FLIR C2 respecto a la cámara FLIR E60 para calcular la concordancia. Los resultados en 20 pacientes diabéticos tenían $58,34 \pm 8,3$ años y el género predominante era el masculino en un 68%. El análisis de la repetibilidad ha dado como resultado una concordancia entre clases (ICC) de 0,88 para la FLIR C2 y la concordancia ha dado como resultado una ICC de 0,85 para la FLIR C2 respecto a la FLIR E60. La conclusión fue que el uso de la cámara FLIR C2 era confiable debido a la excelente repetibilidad y concordancia de las MTP del pie de pacientes diabéticos en atención primaria.

Palabras clave: confiabilidad, neuropatía periférica, diabetes mellitus, termografía.

¹Universidad César Vallejo. Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6662-9210>

²Universidad Nacional de Trujillo. Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7335-0541>



Excellent reliability of the pocket thermal imager to support the diagnosis of diabetic peripheral neuropathy in primary care

Dante Rodríguez-Alonso¹
José Cabrejo-Paredes²

Abstract

The objective of this study was to calculate the reliability of plantar thermographic measurements (PTM) of FLIR C2 camera according to repeatability and concordance in the diagnosis of diabetic peripheral neuropathy (DPN) in primary healthcare. A methodology was performed in 20 diabetic patients which were attended into an ambulatory medical unit were evaluated to the diagnosis of DPN using infrared thermography by FLIR C2 and FLIR E60 camera. PTM was localized in hallux, the base of the 1st metatarsal, the base of the 3rd metatarsal, the base of the 5th metatarsal and heel. Five PTM of each foot was performed according to the American Academy of thermology in two different days using FLIR C2 camera to calculate repeatability. Five PTM of each foot were compared by FLIR C2 respect to FLIR E60 camera to calculate concordance. The results in 20 diabetic patients were $58,34 \pm 8,3$ years old and predominant gender was male in 68%. Analysis of repeatability has resulted in an Inter Class Concordance (ICC) in 0,88 for FLIR C2 and concordance has resulted in an ICC in 0,85 for FLIR C2 respect to FLIR E60. The conclusion was the use of the FLIR C2 camera was reliable due to excellent repeatability and concordance of PTM in diabetic patients in primary healthcare.

Keywords: reliability, peripheral neuropathy, diabetes mellitus, thermography.

¹Universidad César Vallejo. Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6662-9210>

²Universidad Nacional de Trujillo. Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7335-0541>



INTRODUCCIÓN

La termografía infrarroja es innovadora, rápida y no invasiva en el apoyo diagnóstico del pie diabético (1). La neuropatía periférica es la principal complicación crónica de la diabetes en el Perú (2).

La termografía infrarroja es un método que utiliza ondas electromagnéticas infrarrojas emitidas por el cuerpo humano que se transforman en una imagen para ser analizada e interpretada para apoyar el diagnóstico (3). El equipamiento del laboratorio está compuesto por cámaras termográficas que siguen los criterios técnicos: la resolución de la imagen térmica, la sensibilidad térmica, el alcance de la onda infrarroja, un campo de visión, una distancia de enfoque mínima y la frecuencia de la imagen (4).

Las cámaras térmicas de bajo coste son muy portátiles y tienen una resolución de imagen térmica (RIT) en 80x60 píxeles, un rango de temperatura de -10 a 150°C, una sensibilidad térmica (ST) de <0,10°C y un enfoque fijo como la FLIR ONE y la FLIR C2 y las cámaras térmicas de alto coste son algo portátiles y tienen RIT en 320 x 240 píxeles, un rango de temperatura de -20 a 650°C, ST en <0,05°C y un enfoque manual como la FLIR EXX o la FLIR (5). La portabilidad de las cámaras termográficas en el área biomédica es un factor muy importante de apoyo al diagnóstico (6).

La recomendación en un examen termográfico neurológico y vascular es utilizar cámaras como mínimo RIT y ST de 320x240 píxeles y <0,05°C respectivamente (4). La controversia sobre el uso de las cámaras térmicas de bajo coste en el diagnóstico médico aún está siendo evaluada, sin embargo, varios autores han demostrado su aplicación médica en colgajos (7), quemaduras (8), isquemia crónica de las extremidades (9), isquemia aguda de las extremidades (10), evaluación de úlceras de presión (11) y detección de úlceras del pie diabético (12).

La neuropatía periférica diabética es una alteración del nervio periférico sensitivo-motor y autónomo en los miembros inferiores y su diagnóstico se realiza mediante monofilamento, diapasón, martillo de reflejos, electromiograma, sudorímetro, doppler láser térmico y cámara termográfica (13).

El uso de las cámaras termográficas como equipo de apoyo al diagnóstico del pie diabético, la neuropatía periférica diabética como principal complicación crónica de la diabetes y la reducción de costos y portabilidad de las cámaras termográficas justificaron el objetivo de calcular la confiabilidad de las mediciones termográficas plantares en base a la repetibilidad de la cámara FLIR C2 y la concordancia de la FLIR C2 con respecto a la cámara FLIR E60 en la búsqueda del diagnóstico de la neuropatía periférica diabética en una unidad médica ambulatoria en atención primaria de la ciudad de Trujillo-Perú.

MATERIAL Y MÉTODOS

El diseño de investigación de este estudio fue transversal. Las variables consideradas en este estudio fueron cinco mediciones termográficas plantares en la planta del pie. La población total fue de 100 pacientes diagnosticados definitivamente con diabetes tipo 2 según las directrices peruanas del MINSA para la atención primaria de salud dentro de una unidad especializada ubicada en Trujillo-Perú; quienes fueron evaluados para el diagnóstico de neuropatía periférica. La elección del tamaño de la muestra de la población fue por muestreo aleatorio y su cálculo fue con la fórmula $n = Z^2 \times SD / e + Z^2 \times SD / N$, siendo $Z^2 = 3,84$, desviación estándar (SD) en 1 °C, error (e) en la cámara FLIR C2 obtenido de la sensibilidad térmica (0,5°C) y $N = 100$; el resultado fue un mínimo de 15 pacientes diabéticos.

Todos los pacientes diabéticos de la muestra fueron sometidos al diagnóstico de neuropatía periférica considerando la alteración de la sensibilidad táctil por monofilamento y/o la sensibilidad vibratoria por diapasón según el Grupo Internacional de Trabajo sobre el Pie Diabético (14). Los pacientes fueron evaluados mediante termografía infrarroja para la termorregulación pasiva. La recolección de datos para la búsqueda de la neuropatía diabética fue realizada por un médico de familia mediante un instrumento compuesto por anamnesis, examen clínico, diagnóstico clínico e imágenes termográficas que fue validado en Perú (15).

La adquisición de las imágenes termográficas fue realizada por un técnico entrenado utilizando una cámara FLIR C2 y FLIR E60 en posición dorsal sobre la mesa médica acondicionada para abordar solo la planta del pie delantero. La cámara FLIR C2 presentaba RIT de 80 x 60 píxeles, ST en 0,1 °C, rango espectral de 7 a 14 μm y un enfoque fijo. La cámara FLIR E60 fue un instrumento de referencia estándar y presentaba RIT en 320x240 píxeles, ST de 0,05 °C, rango espectral de 7,5 a 14 μm con un enfoque móvil (4).

La distancia de aproximación de la cámara FLIR C2 y FLIR E60 a la planta del pie fue de 50 cm y 60-80 cm perpendiculares respectivamente, en condiciones de aclimatación durante 15 minutos antes del examen y en un entorno controlado con una temperatura de 20 a 25 °C y una humedad del 60-80%.

El diagnóstico de la neuropatía periférica mediante termografía se basó en las imágenes termográficas que se analizaron mediante el software FLIR TOOL realizado por un experto en termografía. Para el análisis de las imágenes, se consideró la comparación entre las mediciones plantares simétricas que son las siguientes: el hallux (P1), la base del primer metatarsiano (P2), la base del tercer metatarsiano (P3), la base del quinto metatarsiano (P4) y el talón (P5). El valor de anormalidad de termorregulación se anormal cuando uno o más valores absolutos eran superiores a 2 °C en 5 diferenciales comparativos de termografía plantar (medición de termografía plantar derecha menos medición de termografía plantar izquierda).

La repetibilidad fue mediante la comparación de las mediciones termográficas plantares de FLIR C2 en dos días diferentes a la misma hora y operador técnico. La concordancia se realizó comparando las mediciones termográficas plantares de la cámara FLIR C2 respecto a la FLIR E60 simultáneamente para el mismo operador técnico.

La estadística descriptiva ha considerado los promedios, la desviación estándar en las mediciones termográficas plantares y sus diferenciales. La repetibilidad y la concordancia se calcularon mediante la prueba "t de Student" y la correlación intraclase utilizando el programa SPSS versión 24. Se dio el consentimiento informado a todos los pacientes y se obtuvo la autorización ética de un comité acreditado en Perú.

RESULTADOS

Este estudio evaluó 20 pacientes diabéticos con diagnóstico de neuropatía periférica. Las figuras 1 y 2 muestran los tipos de cámaras termográficas y sus imágenes termográficas respectivamente utilizadas en este estudio. Los pacientes diabéticos tenían $66,85 \pm 8,3$ años de edad y presentaban las siguientes características predominantes: sexo femenino en el 60%, tratamiento con antidiabéticos orales en el 85%, control médico regular en el 95%, tiempo de enfermedad de 5 años a más en el 80%, enfermedad concomitante en el 75%, actividad física en el 70%, dieta baja en carbohidratos en el 60%, ausencia de síntomas de dolor o entumecimiento en el 75% y diagnóstico de neuropatía periférica en el 55%. Los valores absolutos del diferencial entre las mediciones termográficas de los puntos plantares fueron normales en el 80% y el 75% para la cámara FLIR C2 y FLIR E60 respectivamente. Los valores absolutos del diferencial entre las mediciones de puntos plantares termográficos anormales fueron en todos los casos localizados en el hallux, siendo 4 casos y 5 casos para la FLIR C2 y FLIR E60 respectivamente. El caso adicional de la cámara FLIR E60 tuvo un exceso de 0,1 °C con respecto a la cámara FLIR C2. Las mediciones termográficas plantares mostraron valores medios y desviación estándar según el tipo de cámara detallados en la tabla 1; estos valores no fueron significativos ($p > 0,05$) debido a que la prueba "t de student" para muestras pareadas entre las mediciones realizadas en dos días encontró una correlación intraclase (CCI) en 0,88 por la cámara FLIR C2. Las mediciones termográficas plantares en la tabla 2 mostraron promedios y desviación estándar en cada cámara que no fueron significativos ($p > 0,05$) por la prueba "t de student" para muestras independientes, encontrando un CCI en 0,85 por la FLIR C2 respecto a la FLIR E60.



Figura 1. Cámara termográfica FLIR C2 (izquierda) y FLIR E60 (derecha).



Figura 2. “a” muestra la imagen termográfica por la cámara FLIR C2 y “b” muestra la imagen termográfica por la cámara FLIR E60 en el mismo paciente.

Tabla 1. Mediciones termográficas plantares en dos días por la cámara FLIR C2 en 20 diabéticos para calcular la repetibilidad.

Medición		FLIR C2*				p ($\alpha=0,05$)
		Dia 1		Dia 2		
		μ	σ	μ	σ	
P1	D	28,24	2,88	28,21	2,89	0,98
	I	28,49	3,45	28,48	3,45	0,99
P2	D	28,94	2,52	28,95	2,51	0,98
	I	28,79	2,78	28,78	2,79	0,99
P3	D	29,13	2,32	29,12	2,33	0,98
	I	29,05	2,75	29,04	2,74	0,99
P4	D	28,63	2,24	28,64	2,08	0,99
	I	28,71	2,75	28,71	2,51	0,99
P5	D	28,44	2,08	28,48	3,45	0,99
	I	28,01	2,32	28,00	2,31	0,98

P: Medición plantar termográfica, 1: hallux, 2: base del 1er metatarsiano, 3: base del 3er metatarsiano, 4: base del 5to metatarsiano, 5: talón, **D:** derecho, **I:** izquierdo y *:Correlación intraclases = 0,88.

Tabla 2. Mediciones plantares termográficas por las cámaras FLIR C2 respecto a FLIR E60 en 20 diabéticos para calcular la concordancia.

Medición		FLIR C2*		FLIR E60		p ($\alpha=0,05$)
		μ	σ	μ	σ	
P1	D	28,24	2,88	28,99	3,12	0,60
	I	28,49	3,45	29,50	3,75	0,49
P2	D	28,94	2,52	29,62	2,61	0,91
	I	28,79	2,78	29,81	2,81	0,93
P3	D	29,13	2,32	30,03	2,26	0,92
	I	29,05	2,75	29,98	2,75	0,90
P4	D	28,63	2,24	29,53	2,42	0,68
	I	28,71	2,52	29,41	2,61	0,86
P5	D	28,44	2,08	30,06	2,20	0,72
	I	28,01	2,32	29,34	2,57	0,86

P: medición termográfica plantar, 1: hallux, 2: base del 1er metatarsiano, 3: base del 3er metatarsiano, 4: base del 5to metatarsiano, 5: talón, **D:** derecho, **I:** izquierdo y *:Correlación intraclases = 0,85.

DISCUSIÓN

La confiabilidad es la medida de los resultados consistentes cuando son aplicados por diferentes tiempos o diferentes instrumentos de medición expresados por la repetibilidad y la concordancia respectivamente (16). Nuestro estudio ha realizado el análisis de las mediciones termográficas plantares de la cámara FLIR C2 para la repetibilidad y FLIR C2 respecto a la cámara FLIR E60 para la concordancia.

La repetibilidad se logró utilizando 5 mediciones termográficas plantares de FLIR C2 en dos días diferentes bajo las mismas condiciones de sujeto, examinador, ambiente y tiempo y sus resultados tuvieron un CCI casi perfecto ya que fue mayor a 0.8 (17); esto significa que el uso de la cámara en cualquier día para medir fue casi el mismo.

La concordancia se logró utilizando 5 mediciones termográficas en cada planta por cada cámara simultáneamente; sus resultados tuvieron un ICC casi perfecto; esto significa que utilizando cualquiera de las cámaras para medir era casi lo mismo.

Los estudios sobre la validez de FLIR ONE han informado de que es bueno en quemaduras (8), colgajos(7), úlceras por presión (10), enfermedad arterial periférica (18), úlceras crónicas (19), úlceras de pie diabético (20) y dermatitis de contacto (21); esta cámara de bajo coste y portátil se conecta a los smartphones en su versión común y profesional con TIR en 80x60 y 160x120 píxeles respectivamente.

Un estudio sobre FLIR C2 fue reportado en Portugal (22) donde analizaron mediciones en sujetos sanos en la planta y no evaluaron la confiabilidad; entonces sus resultados no fueron comparables a nuestro estudio.

La recomendación internacional es utilizar cámaras termográficas con un mínimo de RIT y TS en 320x240 píxeles y 0,05 °C respectivamente para asegurar la fiabilidad global y esto no está en la suela como nuestro estudio. La región de interés en la planta del pie de un paciente diabético es recomendable porque es la más afectada en estructuras anatómicas neurológicas y vasculares (23). La planta del pie necesita un área de 50 x 50 cm para asegurar una buena imagen, esto se

explica porque cada 1cm equivale a 1 pixel entonces la resolución es de 50x50 píxeles; esta medida es cubierta por una cámara termográfica de bajo costo como lo manifiesta Vilcahuaman y col (24).

Este estudio tiene una implicación operativa y económica debido a la portabilidad y bajo costo en la cámara FLIR C2, esto permite ser accesible y portátil al personal de salud en el contexto de la atención primaria.

En conclusión el uso de la cámara FLIR C2 fue confiable debido a la excelente repetibilidad y concordancia por las mediciones termográficas plantares en la planta del pie en pacientes diabéticos para buscar el diagnóstico de neuropatía periférica en un contexto de atención primaria de salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adam M, Ng EYK, Tan JH, Heng ML, Tong JWK, Acharya UR. Computer-aided diagnosis of the diabetic foot using infrared thermography: A review. *Comput Biol Med* 2017; 91: 326-36. DOI: 10.1016/j.combiomed.2017.10.030.
2. Ramos W, López T, Revilla L & More L. Results of the epidemiological surveillance of diabetes mellitus in hospitals in Peru, 2012. *Rev Peru Med Exp Salud Pública* 2014, 31(1):9-15. <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/2/2>
3. Brioschi ML, Yeng LT, Teixeira MJ. Medical thermography: what is it? And its applications. *Pan Am J Med Thermol* 2015; 2(1):14-17. DOI: 10.18073/2358-4696/pajmt.v2n1p14-17
4. American Academy of Thermology. Guidelines for Neuromusculoskeletal Infrared Thermography Symptomatic Skin Response (SSR) Studies. *Pan Am J Med Thermol* 2105; 2(1): 35-43. <https://www.abraterm.com.br/revista/index.php/PAJMT/article/view/26/26>
5. Welch III, TB. Valdepena-Delgado, A. Brimstein, M. Buckmiller, D. & SchwartzR. Seeing in the dark and through walls: Using IR cameras in stem outreach. American Society for Engineering Education, Proceedings of ASEE Annual Conference 2016, New Orleans, LA, USA. <https://coed.asee.org/wp-content/>

- uploads/2020/08/5-Seeing-in-the-Dark-and-Through-Walls-Using-IR-Cameras-in-STEM-Outreach.pdf
6. Vardasca R, Gabriel J. Trends in Mobile Medical Thermography. IEEE 15th International Conference on e-Health Networking 2013, Applications and Services, Lisbon, Portugal. DOI: 10.1109/HealthCom.2013.6720640
 7. Hardwicke JT, Osmani O, Skillman JM. Detection of perforators using smartphone thermal imaging. *Plast Reconstr Surg* 2016 ;137(1):39-41. DOI: 10.1097/PRS.0000000000001849
 8. Jaspers ME, Carrière ME, Meij - de Vries A, Klaessens JH, Van Zuijlen PP. The FLIR ONE thermal imager for the assessment of burn wounds: Reliability and validity study. *Burns* 2017; 43(7): 1516-23. DOI: 10.1016/j.burns.2017.04.006
 9. Lin PH, Saines M. Assessment of lower extremity ischemia using smartphone thermographic imaging. *J Vasc Surg Cases Innov Tech* 2017; 3(4): 205-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5764914/pdf/main.pdf>
 10. Peleki A, Da Silva A. Novel Use of Smartphone-based Infrared Imaging in the Detection of Acute Limb Ischaemia. *EJVES Short Reports* 2016; 32: 1-3. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405655316300111?via%3Dihub>
 11. Kanazawa, T, Nakagami G, Goto T, Noguchi HOM, Miyagaki T, Sanda, H. Use of smartphone attached mobile thermography assessing subclinical inflammation: a pilot study. *J Wound Care* 2016; 25(4): 177-80. DOI: 10.12968/jowc.2016.25.4.177
 12. Fraiwan L, AlKhodari M, Ninan J, Mustafa B, Saleh A, Ghazal M. Diabetic foot ulcer mobile detection system using smartphone thermal camera: a feasibility study. *BioMedical Engineering OnLine* 2017; 16: 1-19. DOI: 10.1186/s12938-017-0408-x
 13. Vinik AI, Casellini C, Névoret ML. Alternative quantitative tools in the assessment of diabetic peripheral and autonomic neuropathy. *Int Rev Neurobiol* 2016; 127: 235-85. DOI: 10.1016/bs.irn.2016.03.010
 14. Bus SA, Van Netten JJ, Lavery LA, International Working Group on the Diabetic Foot . IWGDF guidance on the prevention of foot ulcers in at-risk patients with diabetes. *Diabetes Metab Res Rev* 2016; 32 (S1):16-24. DOI: 10.1002/dmrr.2696
 15. Rodríguez-Alonso D, Mercedes-Chávez F. Termografía clínica en el diagnóstico de neuropatía periférica diabética. *UCV-Scientia* 2017; 9(S1): 26. <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ucv-scientia/issue/view/1817>
 16. Sainani KL. Reliability of Statistics. *PMR* 2017; 9(6): 622-8. DOI: 10.1016/j.pmrj.2017.05.001
 17. Cicchetti DV. Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychol Assess* 1994; 6: 284-90. DOI: 10.1037/1040-3590.6.4.284
 18. Wallace GA, Singh N, Quiroga E, Tran NT. The use of smart phone thermal imaging for assessment of peripheral perfusion in vascular patients. *Ann Vasc Surg* 2018; 47: 157-61. DOI: 10.1016/j.avsg.2017.07.028
 19. Wang SC, Anderson JAE, Evans R, Woo K, Beland B, Sasseville D, Moreau L. Point-of-care wound visioning technology: Reproducibility and accuracy of a wound measurement app. *PLoS One* 2017; 12(8): 1-14. DOI: 10.1371/journal.pone.0183139
 20. Van Doremalen RFM, Van Netten JJ, Van Baal JG, Vollenbroek-Hutten MMR, Van Der Heijden F. Validation of low-cost smartphone-based thermal camera for diabetic foot assessment. *Diabetes Res Clin Pract* 2019; 149: 132-9. DOI: 10.1016/j.diabres.2019.01.032
 21. Anzengruber F, Alotaibi F, Kaufmann LS, Ghosh A, Navarini AA. Thermography: High sensitivity and specificity diagnosing contact dermatitis in patch testing. *Allergol Int* 2019; 68(2): 254-8. DOI: 10.1016/j.alit.2018.12.001
 22. Vardasca R, Gabriel J. ¿Is the low-cost thermal camera FLIR C2 suitable for medical thermal measurements? *Thermol Int* 2016; 26: 1. https://www.researchgate.net/publication/304025063_is_the_low_cost_thermal_camera_flir_c2_suitable_for_medical_thermal_measurements

23. Armstrong DG, Boulton AJ, Bus SA. Diabetic Foot Ulcers and Their Recurrence. *N Engl J Med* 2017; 376(24): 2367-75. DOI: 10.1056/NEJMra1615439

24. Vilcahuaman L, Harba R, Canals R, Zequera M, Arista MT et al. Detection of diabetic foot hyperthermia by infrared imaging. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc* 2014; 4831-4. DOI: 10.1109/EMBC.2014.6944705

AGRADECIMIENTO

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Perú (CONCYTEC-PERU) por la subvención del proyecto inicial.

FINANCIAMIENTO

Esta investigación ha sido financiada por la subvención de "Ideas Audaces" del CONCYTEC - Perú.

CONFLICTO DE INTERES

Los autores declaran que este estudio no muestra conflicto de intereses.

AUTORÍA

Dante Rodríguez-Alonso ha realizado la conceptualización, el diseño de la metodología, la conducción de la Investigación, el análisis de datos, la redacción del borrador inicial, redacción y revisión de la versión final.

José Cabrejo-Paredes ha realizado el análisis de datos, la redacción del borrador inicial, la redacción y revisión de la versión final.