



ORIGINAL

Artículo bilingüe español/inglés

Rev Esp Podol. 2021;32(2):93-98

DOI: 10.20986/revesspod.2021.1620/2021

Uso de la termografía infrarroja para determinar el perfil térmico de la planta del pie en pacientes con fasciopatía plantar: estudio transversal

Use of infrared thermography to determine the foot sole thermal profile of plantar fasciopathy patients: a transversal study

Antonio Gómez Bernal^{1,2}, Ismael Fernández-Cuevas³, Javier Alfaro-Santafé^{1,2}, Aitor Pérez-Morcillo^{1,4} y Alejandro Jesús Almenar-Arasanz¹

¹Departamento de Investigación de Podoactiva. Huesca. ²Universidad de Manresa. Barcelona. ³Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

⁴Universidad Católica de Murcia. Murcia

Palabras clave:

Fascitis plantar, fasciopatía plantar, termografía infrarroja, perfil térmico, temperatura de la piel.

Resumen

Introducción: La termografía infrarroja es una técnica segura, no invasiva y de bajo coste que permite registrar rápidamente la temperatura de la piel. La fasciopatía plantar es el resultado de la irritación degenerativa de la fascia plantar y uno de los trastornos musculoesqueléticos más comunes. El objetivo de este estudio es determinar si los pacientes con fasciopatía plantar tienen un perfil térmico específico de la planta del pie que podría detectarse mediante termografía infrarroja.

Pacientes y métodos: Se analizaron 32 pies en 16 sujetos con fasciopatía plantar unilateral, tomando el miembro sano como control. Las temperaturas de la planta del pie se dividieron en 9 regiones de interés y se extrajeron mediante un software específico para obtener asimetrías térmicas entre las regiones del pie derecho e izquierdo. El test de t de Student fue utilizado para determinar diferencias estadísticas significativas entre ambos pies y regiones.

Resultados: Los sujetos con fasciopatía plantar mostraron temperaturas significativamente superiores en la planta del pie lesionada, principalmente en las regiones del arco y el talón (con asimetrías de entre 0.28 °C a 0.55 °C [$p < 0.05$]).

Conclusiones: Los pacientes con fasciopatía plantar presentan un perfil térmico específico con una hipertermia significativa en la planta del pie lesionado. Dicha asimetría puede detectarse de manera efectiva mediante el uso de termografía infrarroja para evaluar y diagnosticar esta patología.

Keywords:

Plantar fasciitis, plantar fasciopathy, infrared thermography, thermal profile, skin temperature.

Abstract

Introduction: Infrared thermography is a safe, non-invasive and low-cost technique that allows for the fast recording of skin temperature. Plantar fasciopathy is the result of degenerative irritation of the plantar fascia and one of the most common musculoskeletal disorders. The aim of the study was to determine if plantar fasciopathy patients have a specific foot sole thermal profile that might be detected by infrared thermography.

Patients and methods: 32 feet of 16 subjects with unilateral plantar fasciitis were analyzed. The nonsymptomatic foot was taken as control. Foot sole temperatures were divided in 9 regions of interest and extracted by specific software to obtain thermal asymmetries between right and left foot sole regions. T-student test was used to determine significant statistical differences between feet and regions.

Results: Subjects with plantar fasciopathy showed significantly higher temperatures in the injured sole of the foot, mainly in the arch and heel regions (with asymmetries ranging from 0.28 °C to 0.55 °C [$p < 0.05$]).

Conclusions: Patients with plantar fasciopathy present a specific thermal profile with significant hyperthermia in the sole of the injured foot. Such asymmetry can be effectively detected by using infrared thermography to evaluate and diagnose this pathology.

Recibido: 16-09-2021

Aceptado: 14-10-2021



0210-1238 © Los autores. 2021.
Editorial: INSPIRA NETWORK GROUP S.L.
Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC Reconocimiento 4.0 Internacional
(www.creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Correspondencia

Antonio Gómez Bernal
antonio.gomez@podoactiva.com

INTRODUCCIÓN

La termografía infrarroja (TI) es una técnica segura, no invasiva y de bajo coste que permite el registro rápido y no invasivo de energía radiante que se libera del cuerpo. La TI mide esta radiación, directamente relacionada con la temperatura de la piel. La TI ha sido ampliamente utilizada desde principios de la década de 1960 en diferentes áreas¹⁻³. Durante las primeras décadas después de su desarrollo, la investigación sobre el uso de la TI en seres humanos se centró principalmente en sus aplicaciones como herramienta de diagnóstico. Sin embargo, la TI fue reemplazada por tecnologías más nuevas y precisas (como los rayos x e imágenes por resonancia magnética). Los recientes avances técnicos en cámaras infrarrojas han hecho posibles nuevas aplicaciones humanas de la TI (más allá de las técnicas de diagnóstico). Entre otras, la prevención y seguimiento de lesiones ha demostrado ser una de las aplicaciones más interesantes y útiles debido a su capacidad para identificar cambios en la temperatura de la superficie corporal, informar sobre el metabolismo de los músculos activos y monitorear la carga de trabajo de entrenamiento⁴.

Idealmente, nuestra piel mantiene un patrón térmico constante con el tiempo, con el objetivo de mantener el cuerpo en equilibrio térmico u "homeotermia"^{5,6}. Sin embargo, muchos factores pueden afectar la asimetría térmica de una persona durante su vida, y la mayoría de ellos están relacionados con razones patológicas como inflamación o disfunciones nerviosas¹. En este sentido, la TI puede ayudarnos a identificar asimetrías térmicas mediante la comparación de áreas corporales bilaterales (por ejemplo, rodilla izquierda y derecha, plantas de los pies, etc.)^{7,8}. Obviamente, hay muchos factores que afectan la temperatura de la piel¹, lo que hace que en algunos casos sea imposible prevenir ciertas lesiones. No obstante, el registro de imágenes térmicas de una región corporal específica permite estandarizar el área de interés y establecer un patrón térmico patológico y no patológico que proporcionará la capacidad de reconocer la lesión una vez que aparezca la asimetría térmica^{9,10}. Hoy en día se pueden encontrar en la literatura varias investigaciones en las que se utilizó la termografía para el diagnóstico^{11,12}, seguimiento de evolución de la lesión y la progresión del tratamiento de diversas patologías del pie^{13,14}.

La fasciopatía plantar es el resultado de la irritación degenerativa de la fascia plantar causada por la tensión repetitiva que parece causar las microrroturas. Es uno de los trastornos musculoesqueléticos más comunes que se originan en el pie, concretamente en la tuberosidad calcánea medial del talón, así como las estructuras perifasciales circundantes¹⁵⁻¹⁷. La fascia plantar es una aponeurosis que se origina en la tuberosidad posterior del calcáneo y se extiende distalmente a las falanges. Desempeña un papel importante en la biomecánica normal del pie^{15,18}: proporciona soporte para el arco, absorción de impactos durante la marcha y para acciones de alta intensidad como correr o saltar y es un componente esencial para la correcta instauración del mecanismo de *windlass*.

El proceso de regeneración de una lesión comprende 3 fases. En primer lugar, la respuesta inflamatoria (fagocitosis 2-4 días), donde la destrucción celular libera sustancias químicas que comienzan la respuesta inflamatoria. En segundo lugar, desde las primeras 3 h después de la lesión y hasta las siguientes 3-4 semanas, se produce la fase fibroblástica. En este periodo podemos encontrar proliferación de fibroblastos, síntesis de colágeno y neovascularización de la zona lesionada^{19,20}. Por último, a partir de las 3 semanas después de la lesión está la remodelación y el proceso de maduración se puede prolongar también durante 12 meses, hasta que el tejido se ha regenerado completamente^{21,22}.

Dado que la fasciopatía plantar es uno de los trastornos musculoesqueléticos más comunes y la TI es una tecnología rápida, no invasiva y objetiva que se está volviendo popular para ayudar a diagnosticar patologías¹³, el objetivo de este estudio es describir el perfil térmico de los pacientes con fasciopatía plantar y determinar si la TI es capaz de detectar diferencias significativas entre pies sanos y pies diagnosticados con fasciopatía plantar.

PACIENTES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una muestra de 16 pacientes que padecían fasciopatía plantar unilateral. Se realizaron 2 grupos, uno con pies sanos y otro con los pies patológicos. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación Clínica de Aragón (CEICA), con número de registro C-P – C-I-PI17/0254.

El objetivo principal de este estudio fue averiguar la capacidad de la TI para detectar patrones de fasciopatía plantar en sujetos diagnosticados de esta patología; y como objetivos secundarios, determinar la temperatura máxima y mínima en las distintas regiones del pie segmentadas mediante un *software* automático de análisis, determinar la región con mayor cambio de temperatura en sujetos con fasciopatía plantar y valorar las diferencias colorimétricas a nivel cualitativo de cada una de las regiones con el uso de las distintas máscaras.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes con fasciopatía plantar unilateral aguda (menos de un mes de evolución) para poder comparar con el pie sano. Los criterios de exclusión fueron obesidad (> 30 IMC), fasciopatía plantar bilateral, fasciopatía plantar unilateral con más de un mes de evolución y cualquier patología inflamatoria que tenga afectación en el pie.

Después de ser informados sobre los objetivos, los procedimientos y los riesgos que estaban involucrados en la investigación, todos los sujetos firmaron su consentimiento para participar en el estudio y respondieron preguntas sobre el historial de lesiones y otros datos personales. Se registraron mediciones antropométricas de altura (m) y peso (kg).

Los sujetos fueron evaluados en una consulta de podología en España (Sede Central del Podoactiva, Parque Tecnológico Walqa, Huesca), donde los pacientes llegaron a consultar por su dolor del pie. Se controló la temperatura y la humedad

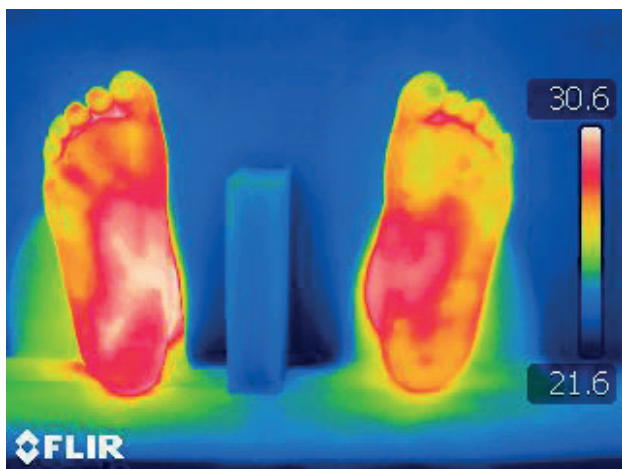


Figura 1. Ejemplo de imagen obtenida con cámara infrarroja T335 FLIR.

para que los participantes pudieran someterse a un proceso de aclimatación de entre 5 y 10 minutos, con temperaturas ambiente entre 21 °C y 28 °C, y valores de humedad relativa entre el 35 y el 65 %. La fasciopatía plantar fue diagnosticada por un podólogo especializado en biomecánica, y fue confirmada con prueba de imagen a través de ecografía (E-cube 8® ALPINON Medical Systems, Corea). Se realizó la escala Borg a los sujetos para cuantificar el nivel de dolor.

Una vez llevada a cabo la exploración física, se tomaron imágenes térmicas utilizando una cámara infrarroja T335 FLIR (FLIR Systems, Suecia) con el paciente acostado en la camilla. Ambos pies estaban en el extremo de la camilla y se tomaron imágenes térmicas, por lo que la planta de los pies se diferenciaba claramente del resto del cuerpo (Figura 1).

Con el fin de analizar las imágenes térmicas y extraer los datos cuantitativos de las mismas, utilizamos el software online ThermoHuman² (PEMA THERMO GROUP, España), que utiliza el aprendizaje automático y la visión por ordenador automatizada para dividir la suela de los pies en 18 regiones de interés, como se muestra en la Figura 2.

Las pruebas Kolmogórov-Smirnov se utilizaron para verificar la normalidad de las variables dependientes. Los resultados indicaron una distribución normal de la frecuencia en todas las muestras, por lo tanto se aplicaron pruebas estadísticas paramétricas. Se realizó una prueba de contraste de hipótesis mediante la *t* de Student para muestras relacionadas para comparar datos emparejados entre el grupo de pies con fasciopatía y pies sanos. El nivel de significación se estableció en 0.05.

RESULTADOS

La Tabla I muestra las características antropométricas de la muestra.

La Tabla II refleja las temperaturas medias por región para el pie sano y el pie con fascitis, y el valor *p* por región. Se puede ver

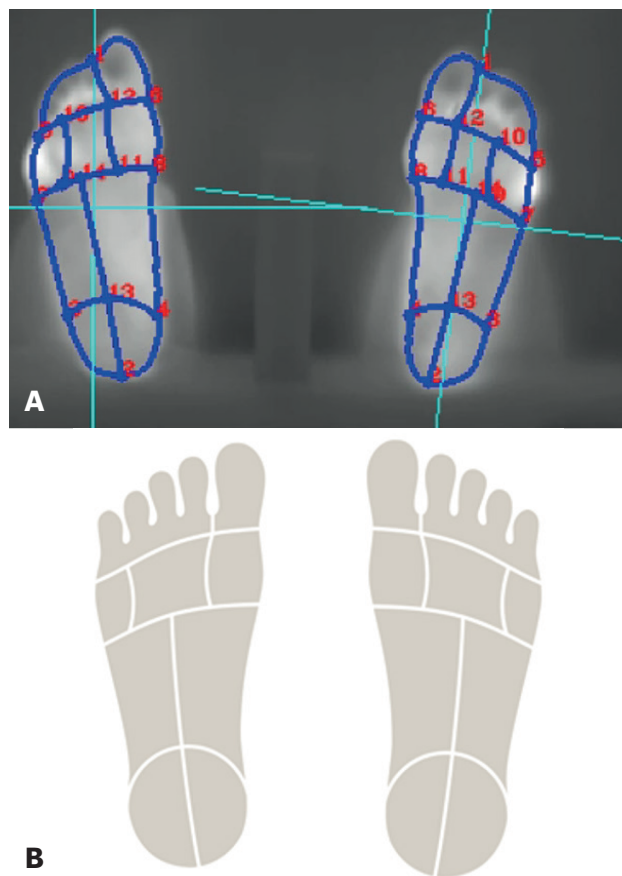


Figura 2 A y B. División automatizada de los pies en regiones de interés.

| Tabla I. Características antropométricas de la muestra (media + desviación estándar) (n = 16). | |
|---|---------------|
| Características de la muestra | |
| Edad (años) | 43.92 ± 9.85 |
| Peso (kg) | 75.63 ± 10.83 |
| Altura (m) | 1.68 ± 0.09 |
| IMC (kg/m ²) | 26.66 ± 2.35 |
| Tamaño del pie (UE) | 40.19 ± 2.23 |

IMC: índice de masa corporal.

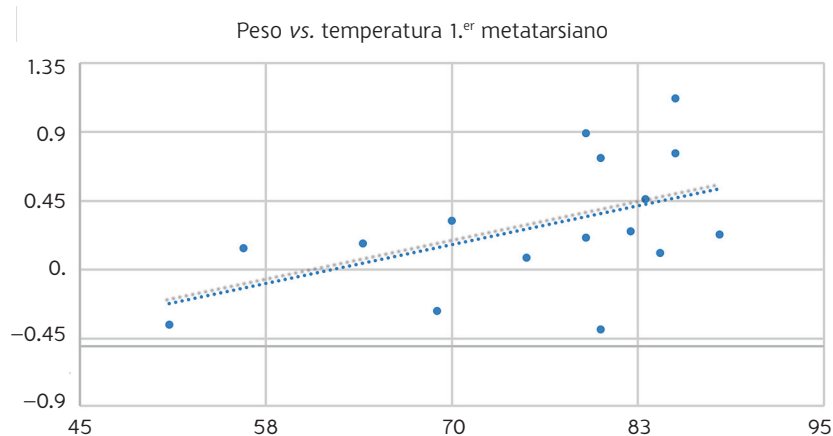
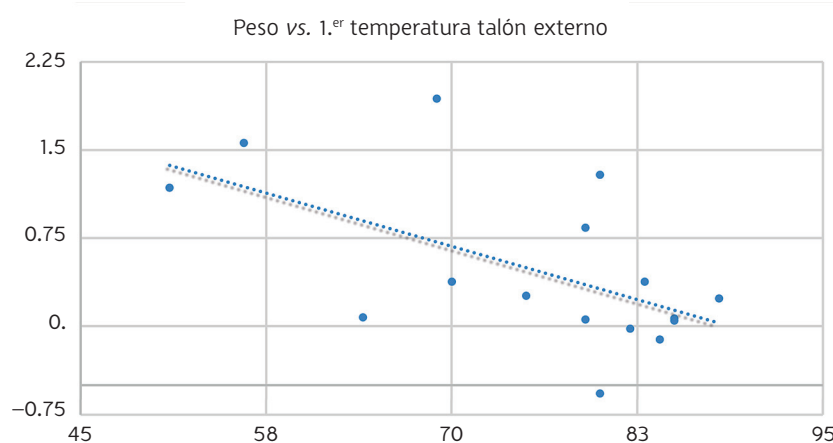
que las regiones que muestran diferencias estadísticamente significativas son: segundo a quinto dedo del pie, primer metatarsiano, arco externo, arco interno, talón interno y talón externo.

La Figura 3 muestra la correlación entre el peso y la asimetría de temperatura en el primer metatarsiano, mostrando un aumento de la asimetría de temperatura en el primer metatarsiano a medida que aumenta el peso en el pie lesionado.

La Figura 4 muestra la relación entre el peso y la asimetría de temperatura en el talón externo, mostrando menos asimetría de temperatura en el pie lesionado a medida que aumenta el peso.

Tabla II. Temperaturas medias por regiones para el pie sano y el pie con fasciopatía.

| Región | Pies con fascitis (temperatura) | Pies sanos (temperatura) | Diferencia | Valor p |
|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------|---------|
| De segundo a quinto dedo | 27.45 ± 2.27 | 27.23 ± 2.34 | 0.22 ± 0.39 | 0.039 |
| Primer dedo | 27.48 ± 2.43 | 27.26 ± 2.55 | 0.22 ± 0.57 | 0.138 |
| Quinto metatarsiano | 27.79 ± 2.22 | 27.73 ± 2.21 | 0.06 ± 0.49 | 0.617 |
| Segundo-cuarto metatarsiano | 28.38 ± 1.99 | 28.14 ± 2.07 | 0.24 ± 0.50 | 0.072 |
| Primer metatarsiano | 28.25 ± 2.12 | 27.97 ± 2.13 | 0.28 ± 0.43 | 0.021 |
| Arco externo | 28.15 ± 1.57 | 27.88 ± 1.58 | 0.28 ± 0.42 | 0.018 |
| Arco interno | 29.70 ± 1.30 | 29.38 ± 1.37 | 0.32 ± 0.34 | 0.002 |
| Talón externo | 28.19 ± 1.62 | 27.72 ± 1.66 | 0.48 ± 0.69 | 0.014 |
| Talón interno | 28.62 ± 1.69 | 28.07 ± 1,55 | 0.55 ± 0.54 | 0.001 |

**Figura 3.** Correlación entre el peso y la asimetría de temperatura en el primer metatarsiano del pie con fasciopatía.**Figura 4.** Correlación entre peso y asimetría en el talón externo lesionado.

La Figura 5 muestra la relación entre el dolor en el pie lesionado y la temperatura en el quinto metatarsiano. El gráfico muestra que cuanto mayor sea el dolor, menor será la temperatura en el quinto metatarsiano.

DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio era averiguar si los pacientes con fasciopatía plantar tienen un aumento de la

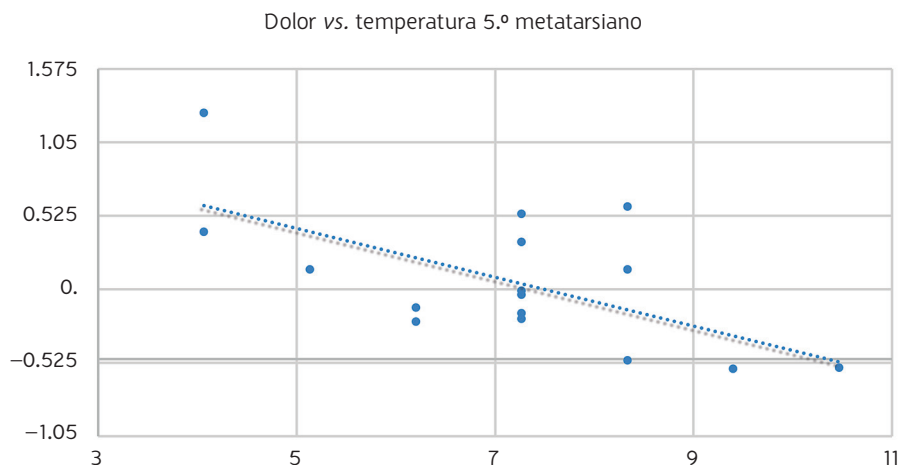


Figura 5. Correlación entre el dolor y la temperatura en el quinto metatarsiano del pie lesionado.

temperatura en el pie lesionado en comparación con el pie sano, y así ser capaces de definir un perfil termográfico del paciente con fasciopatía plantar utilizando TI, una tecnología de bajo coste, no invasiva y segura.

Nuestros resultados muestran una diferencia estadísticamente significativa entre diferentes áreas o regiones entre el pie lesionado y el pie sano. Estas áreas son del segundo al quinto dedo del pie, primer metatarsiano, arco externo, arco interno, talón externo y talón interno; la explicación de estos aumentos de temperatura con respecto al pie sano se puede encontrar en el incremento de la vascularización que se produce en las zonas lesionadas, que es necesario para la reparación del tejido²³⁻²⁶.

Las áreas de talón y arco, tanto internas como externas, son las zonas más comunes de dolor en pacientes que sufren de fasciopatía plantar y las zonas más comúnmente lesionadas en el propio tejido, siendo estas áreas las que requerirán el mayor aporte sanguíneo para generar reparación de tejidos²⁷. Las zonas del segundo al quinto dedo del pie y el primer metatarsiano también muestran un aumento significativo de la temperatura entre el pie con fasciopatía y el pie sano, con una posible explicación en la marcha antiálgica que el paciente llevará a cabo para evitar el dolor^{25,27}.

Al llevar a cabo diferentes correlaciones entre los datos estudiados, observamos que cuanto mayor sea el peso del paciente, mayor será la asimetría de temperatura en el primer metatarsiano lesionado. La explicación es posible que se encuentre en lo anteriormente mencionado, donde debido a la marcha antiálgica vamos a generar un mayor tiempo de apoyo en el primer metatarsiano, teniendo en cuenta también que la presión plantar es directamente proporcional a la fuerza vertical, por lo tanto, esta fuerza vertical será mayor si el peso es mayor, aumentando así la fricción, y por lo tanto, la temperatura²⁸⁻³⁰. También observamos que cuanto mayor sea el peso, menos asimetría en el talón externo lesionado, lo que puede indicar que cuanto mayor sea el peso, mayor será la

superficie en contacto con el suelo, y por lo tanto, mayor será la fricción y temperatura, reduciendo así la asimetría, a pesar de tener un pie lesionado y el otro no lesionado³⁰.

Finalmente, encontramos que cuanto mayor sea el dolor, menor será la temperatura en el quinto metatarsiano del pie con fasciopatía, que podría explicarse por la caída prematura del pie y la disminución del segundo balancín o balancín de marcha, para evitar el estrés por tracción en la fascia plantar, estando en este balancín de marcha el momento de máxima carga en el quinto metatarsiano, por lo que si disminuimos la presión y el tiempo de contacto en este balancín debido al aumento del dolor del paciente, disminuiríamos la presión bajo el quinto metatarsiano^{25,31}.

No se han encontrado trabajos anteriores que relacionen el uso de la termografía en pacientes con fasciopatía plantar, pero sí en pacientes diabéticos, como el trabajo de Astasio-Picado y cols.³², donde los autores señalan la termografía como una herramienta a tener en cuenta para poder determinar las variaciones de temperatura por regiones en el pie en pacientes con diabetes, algo que va en la misma línea que nuestro estudio en pacientes con fasciopatía plantar y la variación de temperatura en las distintas regiones del pie.

Como líneas de investigación futura proponemos el uso de TI para medir la evolución del proceso de recuperación de la fasciopatía plantar, es decir, observar si los valores de temperatura se normalizan entre un pie y el otro al mismo tiempo que el paciente se recupera; así como la aplicación de la misma para la comparación de diferentes tipos de tratamientos y abordajes terapéuticos de la fasciopatía plantar. Además, en proceso de aproximación proximal, se podría emplear la TI para el estudio, evaluación y abordaje de patologías relacionadas con estructuras superiores del sistema aquileo-calcáneo-plantar.

En conclusión, con este estudio transversal podemos afirmar que la termografía puede ser una tecnología útil para determinar el perfil termográfico de pacientes con fasciopatía plantar en fase aguda. A su vez, podemos decir que

los pacientes con fasciopatía plantar presentan diferencias estadísticamente significativas en la temperatura en ciertas regiones en comparación con el pie sano. La temperatura máxima se localizó en la zona del talón medial, las zonas con mayor asimetría térmica fueron el talón medial y lateral. A pesar de los factores de influencia, el uso de la termografía con un protocolo y *software* específico garantizó resultados fiables y objetivos en el diagnóstico de la fascitis plantar. Para reforzar estas conclusiones son necesarios estudios con un mayor número de sujetos en el grupo control que analicen el patrón térmico evolutivo de la fascitis plantar.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que no hay conflictos de intereses en este estudio.

FINANCIACIÓN

Los autores declaran que no existen fuentes de financiación públicas o privadas en la realización del presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Fernández-Cuevas I, Bouzas Marins JC, Arnáiz Lastras J, Gómez Carmona PM, Piñonosa Cano S, García-Concepción MÁ, et al. Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: a review. *Infrared Phys Technol*. 2015;71:28–55. DOI: 10.1016/j.infrared.2015.02.007.
- Ring FJ. Pioneering progress in infrared imaging in medicine. *Quant Infrared Thermogr J*. 2014;11(1):57-65. DOI: 10.1080/17686733.2014.892667.
- Ng EY-K. A review of thermography as promising non-invasive detection modality for breast tumor. *Int J Therm Sci*. 2009;48(5):849-59. DOI: 10.1016/j.ijthermalsci.2008.06.015.
- Sillero-Quintana M, Fernández-Jaén T, Fernández-Cuevas I, Gómez-Carmona PM, Arnaiz-Lastras J, Pérez M-D, et al. Infrared thermography as a support tool for screening and early diagnosis in emergencies. *J Med Imaging Health Inform*. 2015;5(6):1223-8. DOI: 10.1166/jmih.2015.1511.
- Frim J, Livingstone SD, Reed LD, Nolan RW, Limmer RE. Body composition and skin temperature variation. *J Appl Physiol*. 1990;68(2):540-3. DOI: 10.1152/jappl.1990.68.2.540.
- Niu HH, Lui PW, Hu JS, Ting CK, Yin YC, Lo YL, et al. Thermal symmetry of skin temperature: normative data of normal subjects in Taiwan. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi (Taipei)*. 2001;64(8):459-68.
- Uematsu S, Edwin DH, Jankel WR, Kozikowski J, Trattner M. Quantification of thermal asymmetry. Part 1: Normal values and reproducibility. *J Neurosurg*. 1988;69(4):552-5. DOI: 10.3171/jns.1988.69.4.0552.
- Neves EB, Vilaca-Alves J, Antunes N, Felisberto IMV, Rosa C, Reis VM. Different responses of the skin temperature to physical exercise: Systematic review. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2015:1307-10.
- Barcelos EZ, Caminhas WM, Ribeiro E, Pimenta EM, Palhares RM. A combined method for segmentation and registration for an advanced and progressive evaluation of thermal images. *Sensors (Basel)*. 2014;14(11):21950-67. DOI: 10.3390/s141121950.
- Buchanan BK, Kushner D (eds). *Plantar fasciitis*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021.
- Houghton VJ, Bower VM, Chant DC. Is an increase in skin temperature predictive of neuropathic foot ulceration in people with diabetes? A systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 2013;6(1):31. DOI: 10.1186/1757-1146-6-31.
- Rodríguez-Sanz D, Losa-Iglesias ME, López-López D, Calvo-Lobo C, Palomo-López P, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R. Infrared thermography applied to lower limb muscles in elite soccer players with functional ankle equinus and non-equinus condition. *PeerJ*. 2017;5:e3388. DOI: 10.7717/peerj.3388.
- Bagavathiappan S, Philip J, Jayakumar T, Raj B, Rao PNS, Varalakshmi M, et al. Correlation between plantar foot temperature and diabetic neuropathy: a case study by using an infrared thermal imaging technique. *J Diabetes Sci Technol*. 2010;4(6):1386-92. DOI: 10.1177/193229681000400613.
- Yavuz M, Brem RW, Davis BL, Patel J, Osbourne A, Matassini MR, et al. Temperature as a predictive tool for plantar triaxial loading. *J Biomech*. 2014;47(15):3767-70. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2014.09.028.
- Thing J, Maruthappu M, Rogers J. Diagnosis and management of plantar fasciitis in primary care. *Br J Gen Pract*. 2012;62(601):443-4. DOI: 10.3399/bjgp12X653769.
- Huffer D, Hing W, Newton R, Clair M. Strength training for plantar fasciitis and the intrinsic foot musculature: a systematic review. *Phys Ther Sport*. 2017;24:44-52. DOI: 10.1016/j.ptsp.2016.08.008.
- Bolgia LA, Malone TR. Plantar fasciitis and the windlass mechanism: a biomechanical link to clinical practice. *J Athl Train*. 2004;39(1):77-82.
- Lemont H, Ammirati KM, Usen N. Plantar fasciitis: a degenerative process (fasciosis) without inflammation. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2003;93(3):234-7. DOI: 10.7547/87507315-93-3-234.
- Goff JD, Crawford R. Diagnosis and treatment of plantar fasciitis. *Am Fam Physician*. 2011;84(6):676-82.
- Schepsis AA, Leach RE, Gorzyca J. Plantar fasciitis. Etiology, treatment, surgical results, and review of the literature. *Clin Orthop Relat Res*. 1991;(266):185-96. DOI: 10.1097/00003086-199105000-00029.
- Fernandez A, Finley JM. Wound healing: Helping a natural process. *Postgrad Med*. 1983;74(4):311-7. DOI: 10.1080/00325481.1983.11698475.
- Mendes R, Sousa N, Almeida A, Vilaça-Alves J, Reis VM, Neves EB. Thermography: a technique for assessing the risk of developing diabetic foot disorders. *Postgrad Med J*. 2015;91(1079):538. DOI: 10.1136/postgradmedj-2015-133441.
- MacNeil J. British journal of sports medicine. *Wilderness Environ Med*. 2015;26(1):98-9. DOI: 10.1016/j.wem.2014.12.005.
- Ohberg L, Lorentzon R, Alfredson H. Neovascularisation in Achilles tendons with painful tendinosis but not in normal tendons: an ultrasonographic investigation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2001;9(4):233-8. DOI: 10.1007/s001670000189.
- Christie S, Styn G Jr, Ford G, Terryberry K. Proximal plantar intrinsic tendinopathy: Anatomical and biomechanical considerations in plantar heel pain. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2019;109(5):412-5. DOI: 10.7547/17-198.
- Docking SI, Cook J. How do tendons adapt? Going beyond tissue responses to understand positive adaptation and pathology development: a narrative review. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2019;19(3):300-10.
- Lim AT, How CH, Tan B. Management of plantar fasciitis in the outpatient setting. *Singapore Med J*. 2016;57(4):168-70; quiz 171. DOI: 10.11622/smedj.2016069.
- Cen X, Xu D, Baker JS, Gu Y. Effect of additional body weight on arch index and dynamic plantar pressure distribution during walking and gait termination. *PeerJ*. 2020;8:e8998. DOI: 10.7717/peerj.8998.
- Hodges-Long L, Cross K, Magrum E, Feger M, Hertel J. The effect of body weight reduction using a lower body positive pressure treadmill on plantar pressure measures while running. *Phys Ther Sport*. 2020;43:100-7. DOI: 10.1016/j.ptsp.2020.02.011.
- El-Nahas M, El-Shazly S, El-Gamel F, Motawea M, Kyrillos F, Idrees H. Relationship between skin temperature monitoring with Smart Socks and plantar pressure distribution: a pilot study. *J Wound Care*. 2018;27(8):536-41. DOI: 10.12968/jowc.2018.27.8.536.
- Greve C, Schuitema D, Otten B, van Kouwenhove L, Verhaar E, Postema K, et al. Biomechanical effects of rocker shoes on plantar aponeurosis strain in patients with plantar fasciitis and healthy controls. *PLoS One*. 2019;14(10):e0222388. DOI: 10.1371/journal.pone.0222388.
- Astasio-Picado Á, Escamilla Martínez E, Gómez-Martín B. Mapa térmico comparativo del pie entre pacientes con y sin diabetes mediante el uso de termografía infrarroja. *Enferm Clin (Engl Ed)*. 2020;30(2):119-23. DOI: 10.1016/j.enfcli.2018.11.002.