

# Viabilidad de la termografía infrarroja en pacientes con diabetes. Serie de casos en atención primaria

## Feasibility of infrared thermography in patients with diabetes. Series of cases in primary care

DOI: S1134-928X2024000200013

Rafael Medrano Jiménez<sup>1,\*</sup>

M. del Mar Gili Riu<sup>2</sup>

Jesús Millán Abella<sup>3</sup>

Carmen Delcor Pérez<sup>4</sup>

Verónica Bonet Ivars<sup>5</sup>

Roser Parralo Paqué<sup>6</sup>

1. Enfermero emérito. ABS Badalona 7B. Institut Català de la Salut (ICS). Podólogo. Badalona, Barcelona, España.
2. Médico de familia. Cap la Sagrera. Institut Català de la Salut (ICS). Barcelona, España.
3. Enfermero. Cap Gran Sol. ABS Badalona 7A. Institut Català de la Salut (ICS). Badalona, Barcelona, España.
4. Médico de familia. Cap Gran Sol. ABS Badalona 7A. Institut Català de la Salut (ICS). Badalona, Barcelona, España.
5. Médico de familia. Cap La Salut. ABS Badalona 7B. Institut Català de la Salut (ICS). Badalona, Barcelona, España.
6. Enfermera. Cap La Salut. ABS Badalona 7B. Institut Català de la Salut (ICS). Badalona, Barcelona, España.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: medrano.vascular@gamil.com (Rafael Medrano Jiménez).

Recibido el 17 de octubre de 2023; aceptado el 11 de diciembre de 2023.

### RESUMEN

**Objetivos:** Conocer la viabilidad de la termografía infrarroja aplicada al pie diabético en atención primaria. Observar las variaciones térmicas en 3 casos de pie diabético. **Metodología:** Aplicamos la termografía infrarroja en diferentes escenarios de pie diabético: 1) sospecha de osteomielitis; 2) valoración isquemia e infección; 3) diagnóstico de neuropatía sintomática. Se utilizó una cámara FLIR E6, resolución 120/160, emisividad 0,98. Mediante software FLIR Tools delimitamos diferentes zonas sobre la imagen digital con puntos de mayor y menor temperatura para análisis comparativo contralateral.

**Resultados:** 1) la diferencia de 0,1 °C entre el punto caliente contralateral descartó la osteomielitis; 2) hubo 1,8 °C de diferencia entre el pie con infección y el contralateral, y -0,9 °C ipsilateral sin infección, detectó isquemia distal severa; 3) la distribución asimétrica de puntos con mayor y menor temperatura entre pies, corroboró el diagnóstico de neuropatía sensitiva unilateral.

**Conclusiones:** La termografía infrarroja asociada al examen clínico es aplicable en atención primaria.

**PALABRAS CLAVE:** Termografía infrarroja, pie diabético, atención primaria, diabetes.

### ABSTRACT

**Objectives:** To know the feasibility of infrared thermography (IT) applied to diabetic foot (DP) in primary care (PC). Observe the thermal variations in three PD cases. **Methodology:** We apply IT in different PD settings: 1) suspected osteomyelitis; 2) assessment of ischemia and infection; 3) diagnosis of symptomatic neuropathy. A FLIR E6 camera was used, resolution 120/160, emissivity 0.98. Using FLIR Tools software we delimited different areas on the digital image with points of highest and lowest temperature for contralateral comparative analysis.

**Results:** 1) The difference of 0.1 °C between contralateral hot spot ruled out osteomyelitis; 2) there was a 1.8 °C difference between the foot with infection and the contralateral foot, and -0.9 °C ipsilateral without infection, severe distal ischemia was detected; 3) the asymmetric distribution of points with higher and lower temperature between feet corroborated the diagnosis of unilateral sensory neuropathy. **Conclusions:** IT associated with the clinical examination is applicable in PC.

**KEYWORDS:** Infrared thermography, diabetic foot, primary care, diabetes.

## INTRODUCCIÓN

La termografía infrarroja (TI) se considera una técnica no invasiva capaz de detectar pequeñas variaciones de temperatura. La TI se ha asociado al diagnóstico y seguimiento de los factores predisponentes del pie diabético (PD)<sup>1-4</sup>.

Existen diferentes métodos de valorar la TI, y el más utilizado en diabetes es el método asimétrico, que consiste en comparar las diferentes temperaturas entre zonas del pie ipsilateral o contralateral<sup>2,3</sup>. El incremento de la temperatura se asocia con un proceso inflamatorio o una infección y el descenso, e insuficiencia de flujo arterial<sup>1,5</sup>.

El presente documento describe 3 casos de pacientes con diabetes en los que la TI se aplicó a diferentes situaciones clínicas de PD.

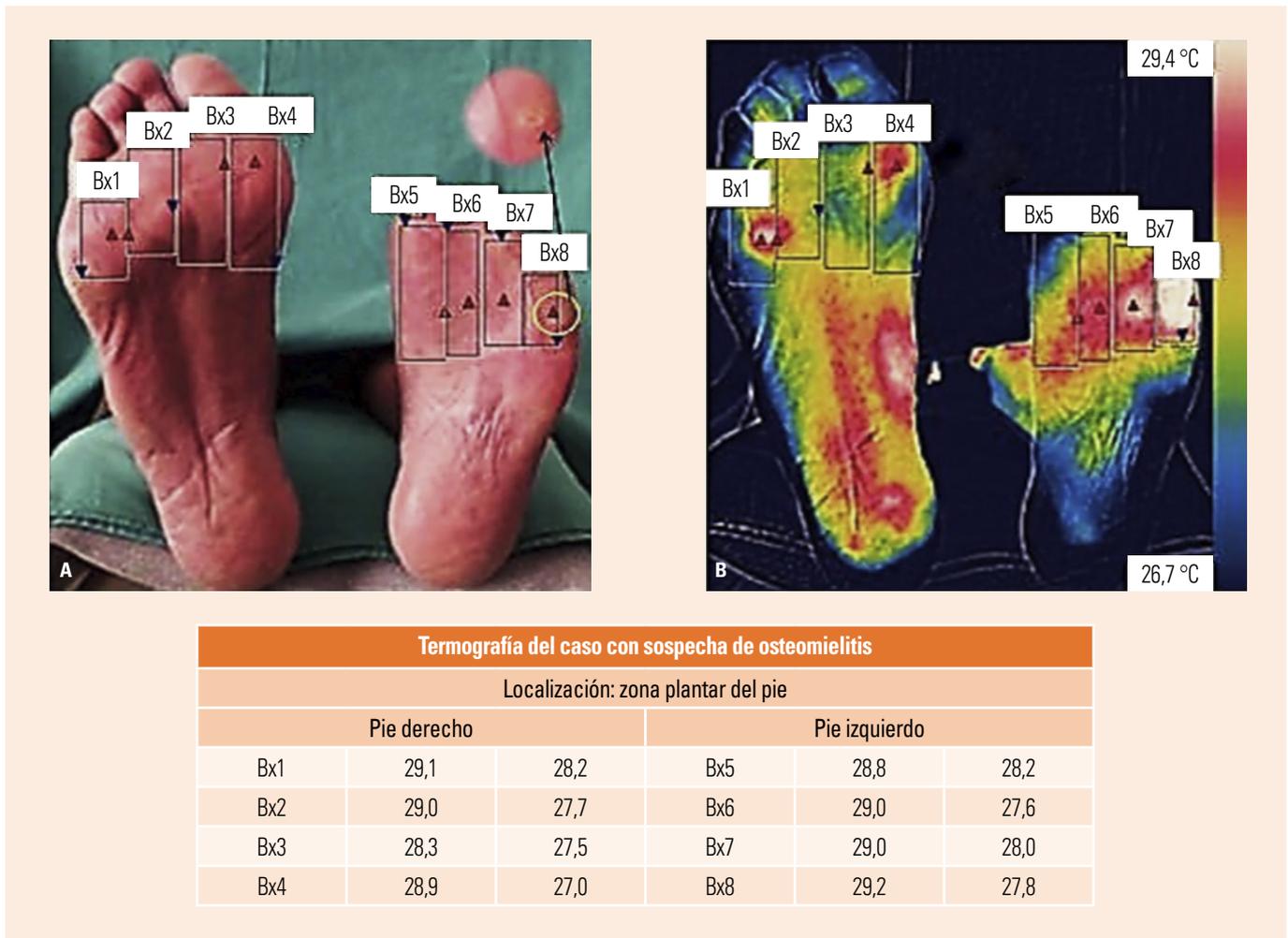


Figura 1. Termografía del caso con sospecha de osteomielitis.

## METODOLOGÍA

Las imágenes se obtuvieron con una cámara infrarroja FLIR E6 con resolución de 120/160, emisividad de 0,98, temperatura reflejada de 23 °C y distancia de 1 m tras 10 min de aclimatación ambiental. Las temperaturas se muestran en °C y también se muestran los valores absolutos máximos y mínimos. Por sectores, el puntero rojo representa la temperatura máxima y el azul la temperatura mínima.

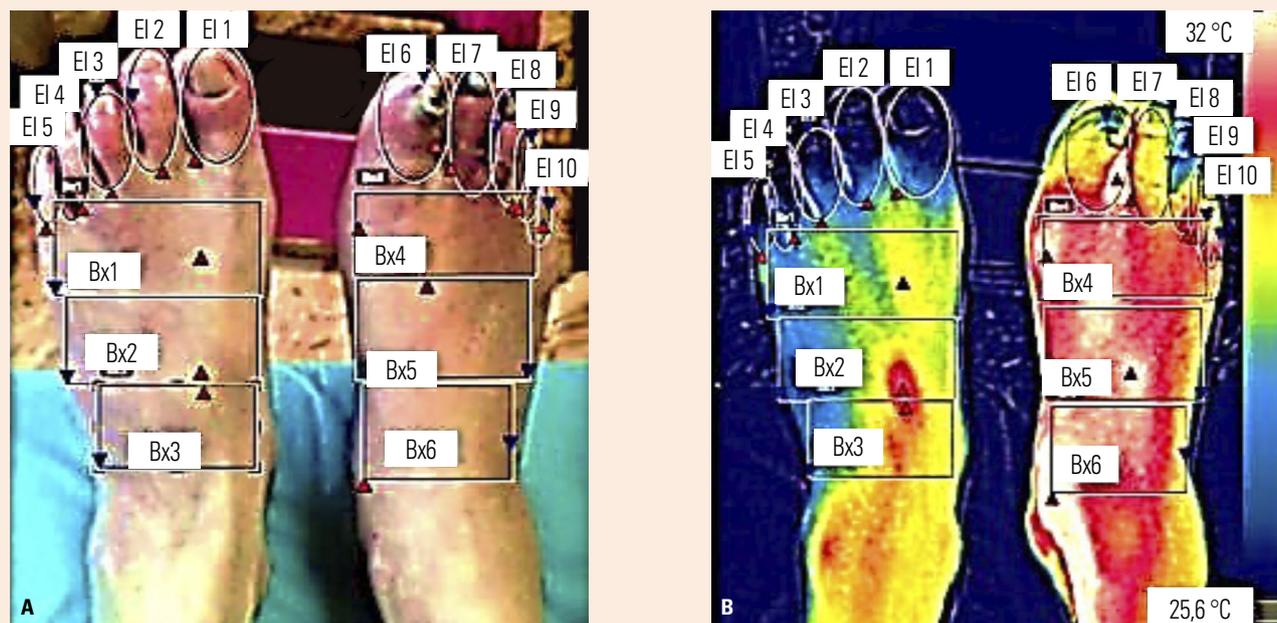
## CASOS

### Caso 1

Varón de 74 años. Consulta domiciliaria por lesión ulcerosa localizada en zona del 5.º metatarso de pie izquierdo de 1 semana de evolución, con dolor a la deambulación (fig. 1A).

- **Observación:** úlcera de etiología neuroisquémica, de aspecto puntiforme y exudado escaso, clasificada como GID en la escala de Texas, asociada a cambio reciente de prótesis y calzado en pie izquierdo amputado.

- **Antecedentes:** diabetes mellitus tipo 2 (DM2) > 20 años de evolución, insulino dependiente.
- **Complicaciones crónicas de la DM2:** nefropatía, polineuropatía, arteriopatía, PD y amputación menor del antepie izquierdo. Revascularizado mediante endarterectomía en ambas extremidades inferiores.
- **Comorbilidades:** cardiopatía isquémica y dislipemia.
- **Farmacoterapia:** insulina Mixtard® 30-30, actrapid en principales comidas, inhibidores de la enzima de conversión de la angiotensina (IECA) y estatinas.
- **Revaloración actual del paciente:** neuropatía, mediante escala de signos de discapacidad modificada NDS (8 puntos) y escala de síntomas NSS (0 puntos)<sup>6</sup>.
- **Perfusión arterial:** el índice tobillo-brazo (ITB) derecho fue de 0,40 y el izquierdo de 0,45<sup>5</sup>.
- **Exploración complementaria:** TI plantar en ambos pies (fig. 1).
- **Tratamiento local:** lavado del pie con agua jabonosa, fomentos con hipoclorito sódico, en la zona ulcerada cura oclusiva con apósito primario de gasa y descarga local de la zona con fieltro adhesivo. Se recomendó evitar el uso del nuevo calzado y se propuso la revaloración de la prótesis.
- **Evolución:** curación en 3 semanas tras modificación de la prótesis reduciendo la presión plantar de la zona afectada.



Termografía del caso: valoración de infección e isquemia					
Localización: zona del dorso del pie					
	Pie izquierdo		Pie derecho		
Ei 1	28,4	23,4	Ei 6	32,0	28,1
Ei 2	27,9	19,2	Ei 7	31,2	28,2
Ei 3	28,2	24,4	Ei 8	30,9	27,1
Ei 4	28,0	24,4	Ei 9	30,9	28,5
Ei 5	27,5	20,2	Ei 10	30,8	27,4
Bx1	29,6	26,8	Bx4	31,7	29,9
Bx2	31,0	21,1	Bx5	31,6	29,7
Bx3	30,9	27,0	Bx6	32,5	29,9

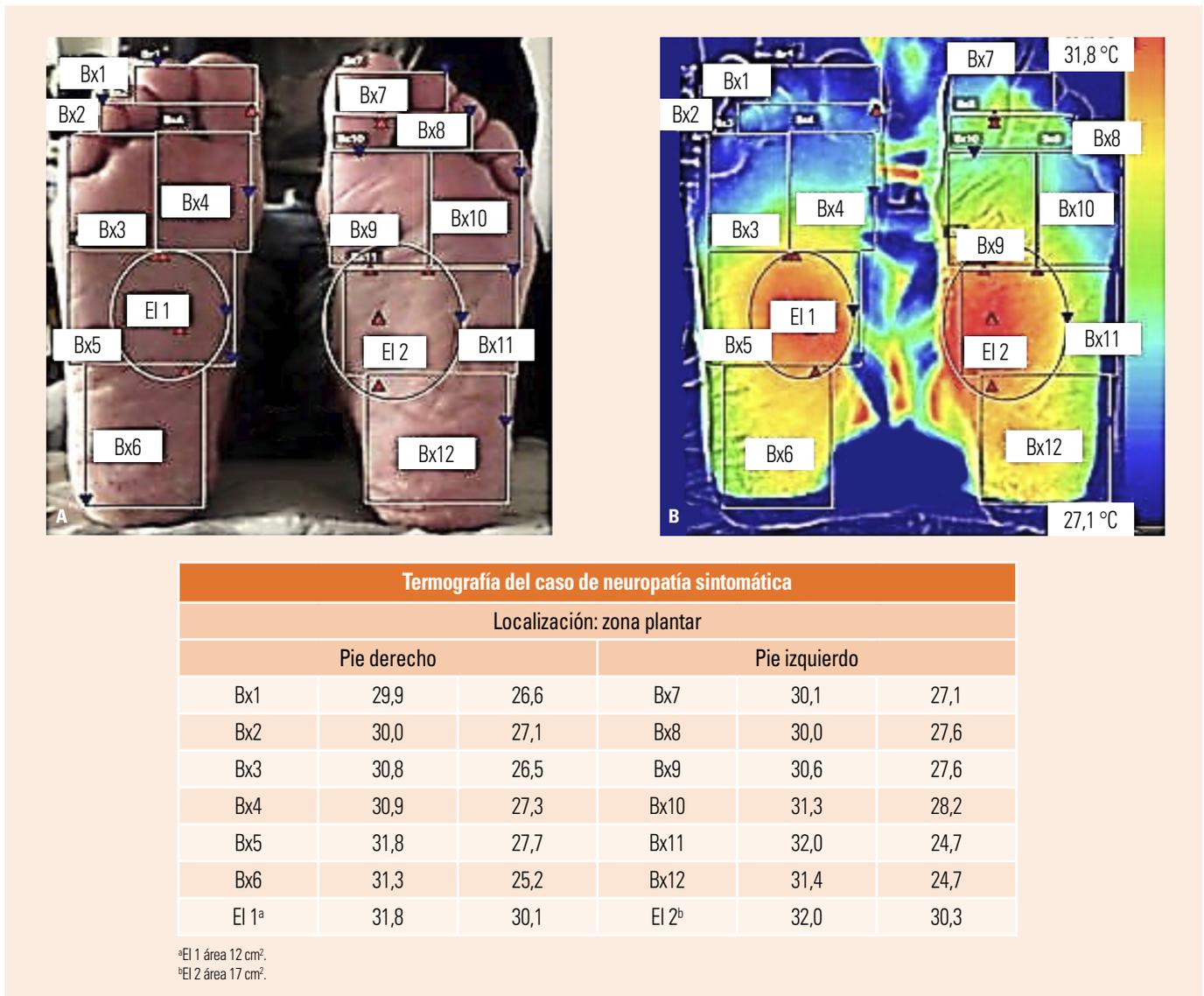
Figura 2. Termografía del caso: valoración de infección e isquemia.

## Caso 2

Varón de 70 años, diagnosticado de DM 2 > 20 años, no insulino-dependiente. Consulta domiciliaria por uña encarnada del primer dedo pie derecho de 1 semana de evolución, con signos de infección extensa.

- **Valoración:** paciente sin deterioro general, signos de infección moderada<sup>5</sup> a nivel del dorso del pie derecho y signos de necrosis distal en primer y segundo dedo, con riesgo de amputación alto (5 puntos escala Wiffl)<sup>4,5</sup>. Dolor a nivel de lado interno del primer dedo pie derecho, que aumenta con presión mínima. No exudado purulento (fig. 2A).
- **Comorbilidades:** cardiopatía no isquémica, claudicación intermitente (Fontaine grado IV). Hipertensión, colesterolemia. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

- **Farmacoterapia:** antidiabéticos orales, IECA, estatinas, antiplaquetarios, broncodilatadores y anticoagulantes.
- **Exploración:** localización de pulsos distales en ambas extremidades inferiores mediante sonda vascular de 8 MHz a niveles poplíteo, del tobillo y del pie con ausencia del pulso tibial anterior derecho, en el resto de los pulsos distales se detectó sonido monofásico (soplo arterial) compatible con probable estenosis severa<sup>4</sup>. Riesgo de amputación en pie izquierdo de 2 puntos escala Wiffl<sup>5</sup>.
- **Exploraciones complementarias:** maniobras de provocación (isquemia plantar, repleción venosa capilar) alteradas en ambos pies y TI comparativa en dorso de los pies (fig. 2).
- **Tratamiento:** desinfección de la zona lesionada mediante solución acuosa de povidona yodada pre y postextracción de la porción ungueal incrustada mediante bisturí, sin producir sangrado. Cura oclusiva con



**Figura 3.** Termografía del caso de neuropatía sintomática.

apósito de gasa. Se recomendó visita urgente con su médico de referencia para tratamiento empírico y derivación hospitalaria (Unidad Multidisciplinar del Pie Diabético).

- **Evolución:** tras varios procesos de revascularización endovascular con el fin de preservar las extremidades inferiores, presentó amputación secundaria en 1.º y 2.º dedos del pie derecho y del 1.º y 3.º del pie izquierdo por gangrena seca.

### Caso 3

Mujer de 54 años, con diagnóstico de DM tipo 1 (DM1) de 30 años de evolución. Insulinodependiente, con bomba de perfusión y sensor subcutáneo. No complicaciones registradas de la diabetes. Consulta para valoración del pie de riesgo en su centro de salud de referencia.

- **Antecedentes:** DM1 (glucemia, 145 mg/dl; hemoglobina glucosilada [HbA1c], 6,6%), síndrome ansioso depresivo, hipercolesterole-

mia, hipotiroidismo subclínico, sin otros factores de riesgo cardiovascular.

- **Farmacoterapia:** insulina 23,8 UI (actrapid e insulina degludec), simvastatina, eutirox 75, sertralina 50, deprax 50, lorazepam 1 mg.
- **Valoración neurovascular:** puntuación en la escala sintomática NSS, 8 puntos asociado a dolor en pierna izquierda. Escala de discapacidad por neuropatía NDS modificada, 0 puntos<sup>6</sup>.
- **Perfusión arterial:** ITB de 1,2 en ambas extremidades. No se observaron alteraciones estructurales en los pies.
- **Exploraciones complementarias:** TI plantar de ambos pies (fig. 3).

### DISCUSIÓN

Nuestro trabajo muestra una relación positiva entre la valoración neurovascular y los resultados de los distintos termogramas realizados.

- *En el caso 1*, la zona metatarsal del pie izquierdo presentó una asimetría térmica absoluta contralateral de 1,5 °C, lo que presuponía un proceso inflamatorio profundo en pie izquierdo. Comparando los sectores Bx1-Bx8 (fig. 1A), la diferencia absoluta fue de 0,5 y 0,1 °C entre temperaturas máximas. Este efecto es comparable con el de otros estudios<sup>2,3</sup>, en los que se estudió la TI asociada a helomas como puntos calientes de presión plantar. La evolución confirmó la ausencia de osteomielitis.
- *En el caso 2*, al observar las diferencias absolutas (máxima y mínima) entre pies, el pie derecho presentó un incremento de 2,2 °C, objetivando el proceso inflamatorio del pie (fig. 2A) compatible con infección moderada y riesgo alto de amputación<sup>5</sup>. En el pie izquierdo, la asimetría térmica de -0,9 °C ipsilateral entre zona medial y dedos (fig. 2B) sugiere un descenso de perfusión arterial relacionado con los angiosomas medial plantar y lateral plantar dependientes de la arteria tibial posterior, con posibilidad de mejora mediante tratamiento de revascularización según la escala Wifi<sup>4,5</sup>. La evolución tórpida del proceso, muestra la complejidad de la arteriopatía diabética, siendo recomendable el diagnóstico precoz en pacientes con DM en atención primaria<sup>4</sup>.
- *En el caso 3*, el modelo de valoración neuropática aplicado<sup>6</sup> permite identificar distintas situaciones clínicas de neuropatía, a diferencia del actual *screening* de pie sensible o insensible. El estudio PROTECT<sup>7</sup> mostró un alto porcentaje de neuropatía sintomática infravalorada en la población con DM. Con relación a la TI, el promedio de temperaturas máximas entre pies fue de 0,2 y 0,1 °C en el área del arco interno. En esta zona, la diferencia de 6 cm<sup>2</sup> más en el pie izquierdo es significativa, al igual que la distribución asimétrica de las temperaturas máximas y mínimas entre pies (fig. 3A y B). La neuropatía sensitiva en DM1

suele asociarse a mal control metabólico; en nuestro caso, no se ajusta a esta definición, sin embargo, sí se describe la neuropatía unilateral por radiculoplexía o asociada a otro tipo de neuropatía no diabética<sup>7,8</sup>.

## Limitaciones

No disponemos de termogramas que objetiven el proceso evolutivo, sin embargo, en los casos 1 y 2, los resultados de la TI son coincidentes. En el caso 2 se priorizó el tratamiento del foco de infección. No se realizó la determinación del ITB por la presencia de dolor en el pie derecho. Las maniobras de provocación, a diferencia de la palpación de pulsos pedios, sí que valoran de forma indirecta el estado de perfusión arterial, en nuestro caso fueron alteradas al igual que la determinación cualitativa del sonido de los pulsos distales.

## CONCLUSIONES

La TI es una técnica aplicable en atención primaria y está asociada al examen clínico, mostrando un potencial prometedor. Todos los participantes dieron su consentimiento informado y el método de examen clínico ha sido aprobado por el Comité de Ética de Investigación (CEI) del Institut Universitari d'Investigació en Atenció Primària Jordi Gol (IDIAP Jordi Gol), referencia 23/137-P ■

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Crawford F, Nicolson DJ, Amanna AE, Martin A, Gupta S, Leese GP, et al. Preventing foot ulceration in diabetes: systematic review and meta-analyses of RCT data. *Diabetologia*. 2020;63:49-64.
2. García de la Peña R, Benhamú Benhamú S. La temperatura del pie como factor predictivo de aparición de úlceras en la Diabetes Mellitus. *Rev Int Cienc Podol*. 2019;13:115-29.
3. Qin Q, Oe M, Ohashi Y, Shimojima Y, Imafuku M, Dai M, et al. Factors associated with the local increase of skin temperature, 'hotspot,' of callus in diabetic foot: A cross-sectional study. *J Diabetes Sci Technol*. 2022;16:1174-82.
4. Ilo A, Romsí P, Mäkelä J. Infrared thermography and vascular disorders in diabetic feet. *J Diabetes Sci Technol*. 2020;14:28-36.
5. Molina Nacher V, Zaragoza García JM, Morales Gisbert S, Ramírez Montoya M, Sala Almonacil VA, Gómez Palonés FJ. Valor pronóstico de la clasificación Wifi en pacientes con pie diabético. *Angiología*. 2016;69:26-33.
6. Medrano Jiménez R, Gili Riu MM, Herrera Diaz MA, Rodríguez Sardaños C, Rovira Piera A, Esteve Dominguez M. Identificar el pie de riesgo en pacientes con diabetes. Un espacio de mejora en atención primaria. *SEMERGEN*. 2022;48:297-307.
7. Ziegler D, Landgraf R, Lobmann R, Reiners K, Rett K, Schnell O, et al. Painful and painless neuropathies are distinct and largely undiagnosed entities in subjects participating in an educational initiative (PROTECT study). *Diabetes Res Clin Pract*. 2018;139:147-54.
8. Oda K, Morishita T, Shibata S, Tanaka H, Hirai N, Inoue T. Case report: Favorable outcomes of spinal cord stimulation in complex regional pain syndrome Type II consistent with thermography findings. *Surg Neurol Int*. 2021;12:598.