



Concordancia entre cámara termográfica y ecografía Doppler para la localización de perforantes en colgajos

Agreement between the thermographic camera and Doppler ultrasound for locating perforators in cutaneous flaps

Dr. Juan David Martínez-López,^{*,‡,§} Dr. Humberto Baeza Ramos,^{*,§} Dr. Aldo G Beltrán,^{*,¶}
Dr. Ernesto Raúl Paz Murga^{*,||}

Palabras clave:

termografía, mapeo vascular, evaluación no invasiva, perfusión arterial

Keywords:

thermography, vascular mapping, noninvasive evaluation, arterial perfusion

* Hospital Central Universitario «Dr. Jesús Enrique Grajeda Herrera». Chihuahua, Chihuahua, México.

‡ Médico residente de cirugía plástica y reconstructiva. ORCID: 0000-0002-9388-9077

§ Cirujano plástico. ORCID: 0009-0003-3398-6996

¶ Cirujano plástico. ORCID: 0000-0001-6095-5720

|| Cirujano plástico. ORCID: 0009-0003-2692-5095

Recibido: 27 junio 2024

Aceptado: 07 octubre 2024

RESUMEN

Evaluamos la concordancia de la cámara termográfica y la ecografía Doppler para la localización de perforantes en colgajos. Realizamos un estudio observacional, analítico, prospectivo y longitudinal, en el que se incluyeron pacientes programados para cirugía electiva con colgajo de perforantes, entre enero de 2023 y febrero de 2024. Se realizó la detección y evaluación de las perforantes de los colgajos planeados a través del uso de la cámara termográfica y el equipo Doppler convencional, posteriormente se comprobó la exactitud de ambos de manera transquirúrgica con visualización directa. La identificación de perforantes con ambos equipos fue llevada a cabo en 26 colgajos. Las áreas anatómicas mayormente intervenidas fueron: miembro torácico 10 (38.5%) y miembro pélvico 10 (38.5%), seguidas de cabeza y cuello 4 (15.4%) y tórax 2 (7.7%). La cámara termográfica detectó un mayor número de perforantes en 57% de las ocasiones y el resto de las veces se equiparó al Doppler. En cuanto a la predicción de la emergencia de la perforante a la isla cutánea, la termografía demostró un margen de error menor en 50% de los casos y en el resto se equiparó con el equipo Doppler. Concluimos que el uso de la termografía para la detección de perforantes es un método seguro, reproducible y altamente confiable. Nuestro estudio comprobó que la cámara termográfica detecta un mayor número de perforantes en el área a intervenir, comparado con el equipo Doppler convencional, siendo esta diferencia estadísticamente significativa.

ABSTRACT

We evaluated the concordance of the thermographic camera and Doppler ultrasound for the location of perforators in flaps. We conducted an observational, analytical, prospective, and longitudinal study, which included patients scheduled for elective surgery with perforator flaps, between January 2023 and February 2024. The detection and evaluation of perforators in the flaps, we planned, was carried out using the thermographic camera and conventional Doppler equipment, and the accuracy of both was subsequently verified, transoperatively with direct visualization. The identification of perforators with each equipment was carried out in 26 flaps. The anatomical areas most frequently operated on were: thoracic limb (10) (38.5%) and pelvic limb (10) (38.5%), followed by head and neck (4) (15.4%) and thorax (2) (7.7%). The thermographic camera detected a greater number of perforators in 57% of the cases and the rest of the time it was the same as the Doppler. Regarding the prediction of the emergence of the perforator to the cutaneous island, thermography showed a smaller margin of error in 50% of the cases and, in the rest, it was equal to the Doppler equipment. We conclude that the use of thermography for the detection of perforators is a safe, reproducible and highly reliable method. Our study proved that the thermographic camera detects a greater number of perforators in the area to be intervened, compared to the conventional Doppler equipment; this difference being statistically significant.

Citar como: Martínez-López JD, Baeza RH, Beltrán AG, Paz MER. Concordancia entre cámara termográfica y ecografía Doppler para la localización de perforantes en colgajos. Cir Plast. 2024; 34 (4): 134-139. <https://dx.doi.org/10.35366/119426>



INTRODUCCIÓN

El éxito de un colgajo radica en un adecuado flujo sanguíneo, para ello se requiere la identificación de una cantidad suficiente de perforantes cuyo trayecto asegure la supervivencia de éste. Por esta razón, es necesaria una planificación preoperatoria adecuada para elevar al máximo el éxito de la intervención quirúrgica.¹

Un colgajo como tal es una porción de tejido vascularizado que se puede obtener de una región o zona en específico que se puede emplear para sustituir la falta de tejido en otra zona.² En 1988 se sentaron las bases de los colgajos perforantes, logrando combinar las ventajas de los colgajos musculares y cutáneos en cuanto a una menor morbilidad, versatilidad del diseño, preservación del tejido muscular y menor tiempo de recuperación.³

La valoración del aporte vascular en el sitio donde será tomado el colgajo se puede realizar mediante diversos estudios de imagen, como el uso del Doppler simple, Doppler color, angiografía, resonancia magnética y angiotomografía computarizada.⁴ El Doppler simple es uno de los dispositivos más comunes y mayormente empleado para este fin, permitiendo evaluar no sólo la localización de las perforantes, sino también identificar ciertas características de las mismas.⁵

Por otro lado, la evaluación dependiente de la termografía es aquella que consiste en determinar la temperatura a través de la captación de radiaciones infrarrojas.⁶ Este método permite identificar la más mínima variación generada por el movimiento vascular y sanguíneo.⁷

Si bien es cierto que el uso de la termografía en cirugía plástica se remonta hasta 1968, cuando Arai y Fukuda introdujeron el concepto de puntos calientes,⁸ no fue hasta la década de los 90 que esta tecnología fue retomada para su aplicación en los colgajos, ya sea en su variedad pediculada o libre.

Los primeros estudios llevados a cabo no sólo para la verificación de las perforantes sino también para la monitorización de los colgajos fueron realizados por Salmi y colaboradores⁹ en colgajos tipo TRAM libres, tanto en el intra como en el postoperatorio. Posteriormente se usó la termografía para la identificación de

perforantes en otros sitios anatómicos como la cara, las extremidades y la región glútea.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la concordancia de la cámara termográfica y la ecografía Doppler para la localización de perforantes en colgajos

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante el periodo de enero de 2023 a febrero de 2024 se llevó a cabo la localización y evaluación de las perforantes de 26 colgajos, en el Hospital Central del Estado de Chihuahua, por medio del uso de una cámara termográfica y un equipo Doppler convencional.

Se procedió a identificar las perforantes del colgajo con ambos dispositivos previo a la intervención quirúrgica. Se marcó el presunto sitio de la perforante según cada dispositivo; posteriormente se procedió a realizar la intervención quirúrgica de manera habitual y durante el levantamiento del colgajo quedó evidenciada cuál de las marcas realizadas coincidía de manera más precisa con la emergencia de las perforantes (*Figuras 1 y 2*).

La revisión de los datos incluyó características generales del paciente, área anatómica reconstruida, colgajo utilizado, cantidad de perforantes detectadas tanto por termografía como por Doppler, distancia real de la emergencia de la perforante cutánea en comparación con lo predicho por ambos dispositivos y diámetro de la perforante.

RESULTADOS

En la población de estudio se encontró una edad promedio de 38.2 ± 17.4 años, con predominio del sexo masculino en 17 casos (65.4 %); 13 pacientes (50%) refirieron tabaquismo.

Las áreas anatómicas intervenidas fueron miembro torácico en 10 (38.5%) y miembro pélvico en 10 (38.5%), seguidas de cabeza y cuello en cuatro (15.4%) y tórax en dos (7.7%). El colgajo predominante para la reconstrucción en estos pacientes fue el anterolateral de muslo, con siete casos (26.9%), seguido del colgajo peroneo con tres (11.5%). El resto se dividió en un grupo heterogéneo (*Tabla 1*).

La cámara termográfica detectó un mayor número de perforantes en 57% de las ocasiones

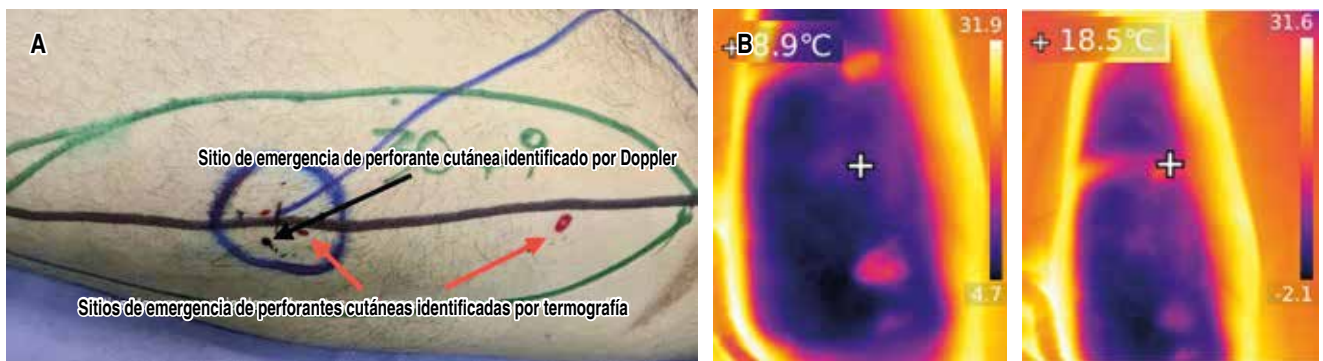


Figura 1: A) Se realiza el marcado de las perforantes identificadas por ambos dispositivos. En este caso la termografía encontró un número mayor de perforantes. B) Imágenes tomadas por cámara termográfica, donde se evidencia el aumento de temperatura en el sitio anatómico sometido a estrés térmico. El área medida con mayor temperatura correspondería a la perforante con mejor flujo sanguíneo. C) Durante la disección del colgajo se corrobora concordancia entre la emergencia real de las perforantes y la predicha por la termografía.



Figura 2: A) En este paciente se identificó más de una perforante con termografía; sin embargo, únicamente se marcó la de mayor flujo. La ecografía Doppler convencional no pudo detectar ninguna perforante. B) Imagen por termografía: se aprecian dos perforantes en el sitio sometido a estrés térmico. C) La perforante proximal fue ligada, ya que el arco de rotación no permitía la cobertura completa del defecto. D) Identificación de la perforante distal acorde a lo marcado por la termografía. E) Aspecto final del colgajo previo al cierre cutáneo.

y el resto se equiparó al Doppler. En cuanto a la predicción de la emergencia de la perforante a la isla cutánea, la termografía demostró un margen de error menor en 50% de los casos y en los demás se equiparó con el equipo Doppler.

Con base en este análisis, se prosiguió a aplicar una prueba para grupos pareados, determinando así que las diferencias entre grupos son estadísticamente significativas, tanto para la cantidad de perforantes como para la precisión

en la detección de la emergencia de la misma ($p = 0.001$ y $p = 0.02$, respectivamente) (Tabla 2 y Figura 3).

DISCUSIÓN

El uso de la termografía en el ámbito médico se apoya en el principio de que un aumento en la temperatura corporal de un sitio específico se puede traducir en cambios patológicos relacionados con inflamación, actividad metabólica aumentada e incluso un proceso oncológico latente.

Nuestro estudio aplica el concepto de termografía infrarroja dinámica, introducido por De Weerd y colaboradores,¹⁰ en donde se genera un estrés térmico en el área a evaluar y posteriormente se analiza la velocidad y patrón de recalentamiento del tejido, pudiendo así determinar las características de perfusión de este.

Las ventajas de los colgajos de perforantes se resumen en una menor morbilidad, versatilidad del diseño, preservación del tejido muscular, así como de ejes vasculares principales y un menor tiempo de recuperación.

Un elemento de capital importancia para la planeación y diseño de un colgajo de perforantes es la selección adecuada del vaso sanguíneo. Existen diversos dispositivos para este fin, desde el ultrasonido Doppler hasta la angiotomografía. Sin embargo, algunos de estos tienen como limitante una exposición de radiación al paciente, requerir el uso de medios de contraste, escasa disposición en los hospitales y altos costos. Por estas razones los equipos Doppler se han vuelto una herramienta cada vez más frecuente para la planeación de colgajos, ya que son económicos e inoocuos, y al ser un dispositivo portátil cuenta con la posibilidad de usarse en el transoperatorio.

La termografía ha sido utilizada para la detección de perforantes y diseño de colgajos en múltiples estudios,¹¹⁻¹⁵ ya que además de contar las mismas ventajas de los equipos Doppler, es sencillo de manejar y no requiere mayor conocimiento técnico previo para su uso.

Nuestro estudio evaluó a 26 pacientes en los cuales se procedió preoperatoriamente a identificar las perforantes cutáneas de los colgajos a realizar, por medio de un equipo Doppler y una cámara termográfica. Una vez determinados los puntos probables de emergencia cutánea de los vasos con estos dos métodos, se procedió a realizar la intervención quirúrgica y determinar bajo visión directa cuál de ellos fue más preciso y también cuál detectó un mayor número de perforantes.

En la actualidad es bien conocida y aceptada la utilidad de estos dispositivos en la planeación de colgajos de perforantes, sin embargo, la relevancia de este trabajo radica en que no existen en la literatura estudios que comparen a conciencia ambas tecnologías.

Tabla 1: Características de los pacientes seleccionados (N = 26).

VARIABLES	n	%
Sexo		
Masculino	17	65.4
Femenino	9	34.6
Tabaquismo		
Positivo	13	50.0
Negativo	13	50.0
Área anatómica		
Cabeza y cuello	4	15.4
Miembro pélvico	10	38.5
Miembro torácico	10	38.5
Tórax	2	7.7
Colgajo utilizado		
Sural reverso	1	3.8
ALT	7	26.9
DIEP	2	7.7
Perforante de arteria colateral cubital primer dedo mano izquierda	1	3.8
Peroné	3	11.5
Propela de perforantes de arteria radial	1	3.8
Propela de perforantes dorsales de antebrazo izquierdo	1	3.8
Gracilis motorizado	1	3.8
Homodigital	1	3.8
Interóseo posterior	1	3.8
Neurocutáneo antebraquial	1	3.8
Plantar medial	1	3.8
Supraclavicular	3	11.5
SCIP	2	7.7

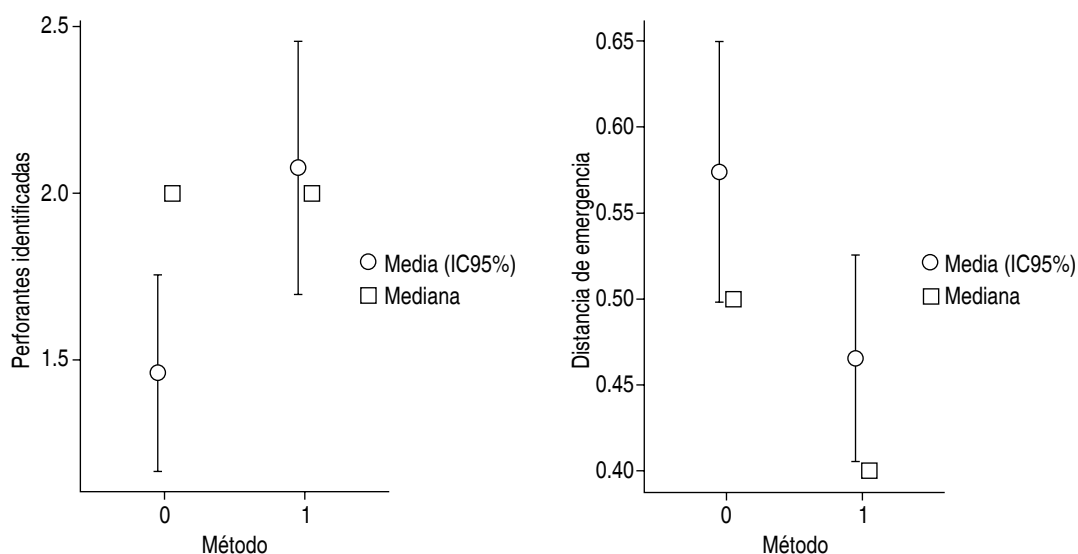
ALT = anterolateral. DIEP = perforante epigástrico inferior profundo (*Deep Inferior Epigastric Perforator*). SCIP = perforante de la arteria circunfleja superficial (*Superficial Circumflex Iliac artery Perforator*).

Tabla 2: Comparación entre el número de perforantes y la distancia al sitio de emergencia de la perforante para Doppler y termografía.

	Media ± DE	IC95%	Mínimo	Máximo	Significancia
Perforantes identificadas por Doppler	1.46 ± 0.760	1.15-1.77	0	3	p = 0.001
Perforantes identificadas por termografía	2.08 ± 0.977	1.68-2.47	1	5	
Distancia (mm) a perforante identificada por Doppler	0.57 ± 0.184	0.49-0.653	0.3	1.0	p = 0.02
Distancia (mm) a perforante identificada por termografía	0.46 ± 0.155	0.403-0.528	0.3	0.9	

DE = desviación estándar.

Figura 3:
Diagrama de comparación entre (0) Doppler y (1) termografía con respecto al número de perforantes y la distancia localizada de emergencia de la perforante.



CONCLUSIONES

El uso de la termografía para la detección de perforantes es un método seguro, reproducible y altamente confiable. Nuestro estudio comprobó que la cámara termográfica detecta un mayor número de perforantes en el área a intervenir comparado con el equipo Doppler convencional, siendo esta diferencia estadísticamente significativa. También demostró mayor precisión al predecir el sitio de emergencia cutánea de estos vasos con concordancia baja entre las mediciones.

Se requiere de más estudios prospectivos con una muestra de pacientes más amplia y heterogénea para poder validar de manera

más contundente el poder predictivo de esta valiosa herramienta.

REFERENCIAS

1. Elena-Scarafoni E. Revisión sistemática sobre el uso de termografía en la evaluación de colgajos de perforantes. *Cir Plást Iberolatinoam* 2021; 47 (4): 411-424
2. Starkman SJ, Williams CT, Sherris DA. Flap basics I: rotation and transposition flaps. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2017; 25 (3): 313-321
3. Binder JP, Servant JM, Revol M. Colgajos perforantes. *EMC-Cir Plást Reparadora Estét* 2012; 20 (3): 1-12
4. Rozen WM, Ribuffo D, Atzeni M, Stella DL, Saba L, Guerra M et al. Current state of the art in perforator flap imaging with computed tomographic angiography. *Surg Radiol Anatomy* 2009; 31 (8): 631-639

5. Gunnarsson GL, Tei T, Thomsen JB. Color Doppler ultrasonography-targeted perforator mapping and angiosome-based flap reconstruction. *Ann Plast Surg* 2016; 77 (4): 464-468
6. Hallock GG. Dynamic infrared thermography and smartphone thermal imaging as an adjunct for preoperative, intraoperative, and postoperative perforator free flap monitoring. *Plast Aesthet Res* 2019; 6: 29
7. Gutiérrez-Vargas R, Ugalde-Ramírez JA, Rojas-Valverde D, Salas-Cabrera J, Rodríguez-Montero A, Gutiérrez-Vargas JC. La termografía infrarroja como herramienta efectiva para detectar áreas musculares dañadas después de correr una maratón. *Rev Fac Med* 2017; 65 (4): 601-607
8. Arai K, Fukuda O, Soeda S, Obara K. Application of thermography and thermometry of the tube or simple flaps. *Keisei Geka* 1969; 12 (3): 277-285
9. Salmi AM, Tukiainen E, Asko-Seljavaara S. Thermographic mapping of perforators and skin blood flow in the free transverse rectus abdominis musculocutaneous flap. *Ann Plast* 1995; 35 (2): 159-164
10. de Weerd L, Weum S, Mercer JB. The value of dynamic infrared thermography (DIRT) in perforator selection and planning of free DIEP flaps. *Ann Plast Surg* 2009; 63 (3): 274-279
11. Hardwicke JT, Osmani O, Skillman JM. Detection of perforators using smartphone thermal imaging. *Plast Reconstr Surg* 2016; 137 (1): 39-41.
12. Unger M, Markfort M, Halama D, Chalopin C. Automatic detection of perforator vessels using infrared thermography in reconstructive surgery. *Int J Comput Assist Radiol Surg* 2019; 14 (3): 501-507
13. Perng CK, Ma H, Chiu YJ, Lin PH, Tsai CH. Detection of free flap pedicle thrombosis by infrared surface temperature imaging. *J Surg Res* 2018; 229: 169-176
14. Lena-Beltrán T, Fraga-Carvajal MN, Cortabarría-Izquierdo MN, Graciano-Balcón RH. Colgajos locorreregionales para defectos complejos de pierna y pie: uso actual en hospitales públicos de Montevideo, Uruguay. *Cir Plást Iberolatinoam* 2020; 46 (2): 197-206
15. Pereira N, Valenzuela D, Mangelsdorff G, Kufek M, Roa R. Detection of perforators for free flap planning using smartphone thermal imaging: a concordance study with computed tomographic angiography in 120 perforators. *Plast Reconstr Surg* 2018; 141 (3): 787-792

Conflictos de intereses: los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Correspondencia:
Dr. Juan David Martínez-López
E-mail: jdmtzlpz@hotmail.com