

Termografía infrarroja de alta resolución para monitoreo de catéteres venosos centrales en una unidad de cuidados intensivos pediátricos en Uruguay

High resolution infrared thermography for monitoring central venous catheters in a pediatric intensive care unit in Uruguay

Termografia infravermelha de alta resolução para monitoramento de cateteres venosos centrais em uma unidade de terapia intensiva pediátrica no Uruguai

Sergio Machado¹, Andrea Rodríguez², Juan Guerrero³,
Romina Alonso⁴, Ana Inverso⁵

Resumen

Introducción: los accesos vasculares constituyen una herramienta indispensable para la asistencia de los niños en una unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP). La infección relacionada al uso de catéteres venosos centrales (CVC) constituye la principal causa de infección intrahospitalaria en las UCIP. La imagen infrarroja al pie de la unidad tiene potencialidad para el apoyo semiológico cuando existe presunción de infección relacionada a CVC, dado que es un método no invasivo, no genera efectos adversos, no requiere sedación, no requiere movilizar al paciente crítico y no genera radiación ionizante. Tiene alta sensibilidad y especificidad para brindar información a nivel del metabolismo, perfusión e inflamación de una región de interés.

Metodología: se utilizó el sensor de alta resolución FLIR E75 (FLIR Systems AB, Taby, Suecia), con una sensibilidad térmica de 0,03 °C, una resolución de IR 307.200 píxeles. Se realizó la medición de los deltas de $T^{\circ}\text{C}^{\text{average}}$ y máximos ($\Delta T^{\text{average}}$ ΔT^{max}). Se describen en este trabajo dos casos clínicos de pacientes en los que se utilizó la imagen infrarroja en el seguimiento de dos infecciones confirmadas vinculadas al uso de CVC, donde se constató en los casos descritos asimetrías y disfunciones térmicas alteradas con $\Delta T^{\text{average}}$ mayor a 1 °C. A su vez, ambos casos presentaron ΔT^{max} mayores a 2,0 °C.

Conclusiones: el uso de la imagen infrarroja podría ser promisorio como una herramienta semiológica para el seguimiento de los CVC durante la estadía en una UCIP.

Palabras clave: Termografía
Catéteres Venosos Centrales
Infecciones

1. Médico. Termólogo. Asociación Uruguaya de Termología Médica. AUTERM. Integrante Equipo de Termografía Pediátrica. Asist. Unidad Salud Ocupacional. Hospital de Clínicas. Unidad de Toxicología. UDELAR.

2. Pediatra intensivista. Integrante Equipo de Termografía Pediátrica. Asist. Unidad Cuidados Intensivos de Niños. CHPR. UDELAR. Integrante Equipo de Termografía Pediátrica. Integrante Unidad Nutrición Enteral y Parenteral Pediátrica. CHPR.

3. Pediatra intensivista. Integrante Equipo de Termografía Pediátrica. Asist. Unidad Cuidados Intensivos de Niños. CHPR. UDELAR. Integrante Equipo de Termografía Pediátrica.

4. Lic. Enf. Unidad Nutrición Enteral y Parenteral Pediátrica y Cirugía. CHPR. Integrante Equipo de Termografía Pediátrica.

5. Pediatra intensivista. Neonatóloga. Magister nutrición. Coordinadora Unidad Nutrición Enteral y Parenteral Pediátrica. CHPR. Integrante Equipo de Termografía Pediátrica
Equipo de Termografía Pediátrica
Trabajo inédito.

Declaramos no tener conflictos de intereses.

Este trabajo ha sido aprobado unánimemente por el Comité Editorial.

Fecha recibido: 27 mayo 2024.

Fecha aprobado: 25 junio 2024.

Summary

Introduction: vascular access is an indispensable tool for children care in the Pediatric Intensive Care Unit (PICU). Infection due to the use of central venous catheters (CVC) is the main cause of intrahospital infection in PICUs. Thermography has great potential, due to the fact that it is a non-invasive method, it does not cause adverse effects, it does not require sedation, it does not require moving a critical patient and it does not generate ionizing radiation. It has high sensitivity and specificity to provide information on the metabolism, perfusion and inflammation of a region of interest.

Methodology: the FLIR E75 high-resolution sensor (FLIR Systems AB, Taby, Sweden) was used, with a thermal sensitivity of 0.03°C , an IR resolution of 307.200 pixels. The measurement of the average and maximum $T^{\circ}\text{C}$ deltas was carried out ($\Delta T^{\text{average}} \Delta T^{\text{max}}$). In this work, 2 clinical cases of patients were described in which infrared imaging was used in the follow-up of 2 confirmed infections linked to the use of CVC, where asymmetries and altered thermal dysfunctions with $\Delta T^{\text{average}}$ greater than 1°C were observed in the described cases. In turn, both cases present ΔT^{max} greater at 2.0°C .

Conclusions: the use of the infrared image could be promising as a semiological tool for the follow-up of CVC during their stay at the PICU.

Key words: Thermography
Central Venous Catheters
Infections

Resumo

Introdução: os acessos vasculares constituem uma ferramenta indispensável para a assistência das crianças na Unidade de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP). A infecção relacionada ao uso de cateteres venosos centrais (CVC) constitui a principal causa de infecção intrahospitalar na UCIP. A imagem infravermelha na parte da unidade tem potencial para o apoio semiológico quando existe presunção de infecção relacionada ao CVC, visto que é um método não invasivo, não gera efeitos

adversos, não requer sedação, não requer mobilização crítica do paciente e não gera radiação ionizante. Tem alta sensibilidade e especificidade para fornecer informações sobre o nível de metabolismo, perfusão e inflamação de uma região de interesse.

Metodologia: foi utilizado o sensor de alta resolução FLIR E75 (FLIR Systems AB, Taby, Suecia), com sensibilidade térmica de $0,03^{\circ}\text{C}$, resolução IR de 307.200 pixels. A emissão da pele foi configurada em 0,98. Foi realizada a medição dos deltas de $T^{\circ}\text{C}$ médio e máximo ($\Delta T^{\text{média}} \Delta T^{\text{máx}}$). Neste paper descrevemos 2 casos clínicos de pacientes nos quais se utilizou a imagem infravermelha no acompanhamento de 2 infecções confirmadas vinculadas ao uso de CVC onde foram constatados nos casos descritos assimetrias e disfunções térmicas alteradas com $\Delta T^{\text{média}}$ maior que 1°C . Em sua vez, ambos os casos apresentaram $\Delta T^{\text{máx}}$ maiores a $2,0^{\circ}\text{C}$.

Conclusões: o uso da imagem infravermelha pode ser promovido como uma ferramenta semiológica para o acompanhamento do CVC durante a estadia na UCIP.

Palavras chave: Termografia
Cateteres Venosos Centrais
Infecções

Introducción

La canalización de un catéter venoso central consiste en la inserción de un catéter biocompatible en la circulación venosa central, para tratamiento y monitorización del paciente⁽¹⁾. Estos accesos vasculares constituyen una herramienta indispensable para la asistencia de los niños en una unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP), al permitir la administración de fármacos, fluidos, nutrición parenteral o hemoderivados, así como la extracción de muestras de laboratorio y la monitorización hemodinámica^(1,2). Existen diferentes clasificaciones de los catéteres venosos centrales. En relación al acceso a la circulación central, si el catéter es canalizado sobre una vena central (yugular o subclavia) recibe el nombre de catéter venoso central (CVC), si es canalizado sobre la vena femoral recibe el nombre de catéter venoso profundo de inserción femoral; sin embargo, si el catéter es canalizado sobre una vena periférica recibe el nombre de catéter venoso

central de inserción periférica (PICC)⁽³⁾.

La infección relacionada al uso de CVC constituye la principal causa de infección intrahospitalaria en las UCI pediátricas. En un estudio realizado en la Unidad de Cuidados Intensivos de Niños del Centro Hospitalario Pereira Rossell, en 2019, la incidencia fue de 0,97 casos/1.000 días de CVC⁽⁴⁾. El diagnóstico se basa inicialmente en la sospecha clínica ante signos locales o generales de infección, pero poseen baja sensibilidad y especificidad, por lo que se requiere la utilización de técnicas microbiológicas para el diagnóstico de certeza de infección asociada a catéter⁽⁵⁾. Hablamos de sepsis por CVC por los criterios IDSA, en un paciente portador de catéter intravascular con al menos un hemocultivo positivo de un microorganismo conocido patógeno. Obtenido por punción periférica con clínica de infección sistémica, sin otra fuente de infección aparente y con una de las siguientes condiciones:

- Si se ha retirado el catéter: cultivo de la punta del catéter y de sangre periférica positivos para el mismo microorganismo (por técnica cuantitativa o semicuantitativa).

- Si no se ha retirado el catéter: cultivo diferencial mayor en el hemocultivo extraído de la luz del catéter que en el hemocultivo de sangre periférica y ambos positivos para el mismo microorganismo. El cultivo central es significativamente mayor que el periférico si el recuento bacteriológico del germen detectado es más de tres veces superior al hemocultivo central o si el crecimiento del microorganismo se detecta (por sistema automático de hemocultivo) al menos 2 horas antes en el hemocultivo central que en el periférico^(5,6).

La imagen infrarroja (IR) al pie de la unidad tiene un gran potencial para su uso como una herramienta clínica semiológica, dado que es un método no invasivo, no genera efectos adversos, no requiere sedación, no requiere movilizar al paciente crítico y no genera radiación ionizante⁽⁷⁻⁹⁾. Permite realizar un análisis cualitativo y cuantitativo de la radiación térmica emitida, produciendo una imagen de alta resolución llamado termograma⁽⁷⁻¹⁰⁾. En los últimos 20 años su utilización va en aumento exponencial, generando evidencia de su aporte en diversas aplicaciones, como reumatología, cirugía plástica, medicina paliativa, patología vascular, pie diabético, neoplasias, cardiología, CTI, medicina laboral, terapia del dolor, toxicología y medicina del deporte⁽⁸⁻¹²⁾. Tiene alta sensibilidad y especificidad para brindar información a nivel del metabolismo, perfusión e inflamación de una región de interés (ROI), por su sigla en inglés⁽¹⁰⁻¹³⁾. Para su correcta interpretación es fundamental el conocimiento de la fisiopatología, termodinámica y termocinética de la piel humana⁽¹⁰⁻¹⁴⁾. La regulación de la tempera-

tura de la piel es un sistema complejo que depende de la tasa de flujo sanguíneo, estructuras locales de los tejidos subcutáneos y la actividad del sistema nervioso simpático, del medio ambiente y de tasa basal del individuo⁽¹⁵⁻¹⁷⁾. La imagen en la UCI o emergencia se realiza al pie de la cama del paciente con un protocolo definido y con sensores térmicos de nivel científico para la realización de termogramas, estos posteriormente son analizados mediante un software validado para termografía humana por un médico con formación en termología. El objetivo de este trabajo es la presentación de dos casos clínicos de niños con sospecha de infección de CVC en los que se realizó el seguimiento con imágenes térmicas en una unidad de nutrición parenteral y enteral pediátrica (UNEPP). Se analiza la patogenia de la enfermedad, las manifestaciones clínicas y se realiza seguimiento con termografía infrarroja de los catéteres.

Metodología

Esta comunicación forma parte de un trabajo mayor que incluye el seguimiento de las CVC durante la internación en UCIP. Es una comunicación inicial donde se presentan dos casos clínicos que se incluyen en el protocolo, en los que se realizó el registro de las imágenes térmicas. Los tutores legales de los pacientes consintieron la comunicación de estos casos clínicos, así como sus respectivas imágenes IR. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital Pediátrico Pereira Rossell y fue registrado en el Ministerio de Salud Pública. Se utilizó el sensor de alta resolución FLIR E75 (FLIR Systems AB, Taby, Suecia), con una sensibilidad térmica de 0,03 °C, una resolución de IR 307.200 píxeles con tecnología UltraMax IR. La emisividad de la piel se configuró a 0,98. Se realizó una termalización del paciente por un período de 15 minutos previo a la realización de las imágenes. La temperatura ambiental fue de 24 °C. El protocolo de adquisición de imágenes (UCINTERM) consistió en dos enfoques de ventanas térmicas, a 60 cm IR lateral y 60 cm IR frontal respecto a unidad del paciente pediátrico, con cama a 45°, suncho y sentado. El paciente de 17 meses se registró en posición supina. La paciente de 3 años y 2 meses se registró sentada. Se analizó el sitio de interés sobre la topografía de la CVC en la Unidad de Cuidados Intensivos del Niño (UCIN). Se protocolizaron valores de referencia en abdomen y contralateral a los ROI (R1-R2). Los registros con IR se realizaron con intervalos de siete días. La adquisición y almacenamiento de imágenes se llevaron a cabo con el software Vision Fy RT 1.2.1 (Thermofy). Una vez capturadas las imágenes térmicas, se procesaron las regiones de interés (ROI) utilizando la he-

rramienta de dibujo de círculo, con la cuantificación de las temperaturas a través del cálculo del delta T °C (ΔT^{\max} y $\Delta T^{\text{average}}$) de las ROI. Se utilizaron escalas de color arcoíris alto contraste. Se procesaron las reconstrucciones 3D-IR para analizar ROI y su distribución térmica. Se definen las escalas de valores de deltas T °C según protocolo del International Consensus and Guidelines for Medical Thermography, 2016-2018. Los valores deltas inferiores a 0,3 °C sin disfunción térmica; entre 0,3 °C y 0,6 °C disfunción leve; entre 0,6 °C y 1 °C disfunción moderada, y mayor de 1 °C disfunción alterada. Se cumplieron con las normas internacionales de los protocolos TISEM y Glamorgan para toma de imágenes térmicas.

Casos clínicos

Caso 1: preescolar de 1 año y 5 meses. Portadora de trisomía 21 de diagnóstico posnatal. Asocia cardiopatía congénita, canal auriculoventricular con atresia pulmonar, por lo que se realizó fístula de Blalock-Taussig a los 5 días de vida. Hipotiroidismo en tratamiento con T4. Desnutrición severa con trastorno deglutorio, por lo que ingresa en la UNEPP del CHPR con modalidad de alimentación mixta. Requiere la colocación de VVC subclavia izquierda no tunelizada para inicio de alimentación parenteral. Se realizó seguimiento semanal con termografía y seguimiento clínico, constatándose peoría del estado general, fiebre y viraje de los reactantes de fase aguda. Hemocultivo y retrocultivo positivo para estafilococo epidermidis multisensible. Se decide conservar el acceso venoso y realizar tratamiento intravenoso con vancomicina además de lock local con dilución de vancomicina. Buena evolución posterior, con resolución de la infección intrahospitalaria y conservación de la VVC.

Caso 2: preescolar de 3 años y 2 meses, portadora de síndrome de pseudooclusión intestinal crónica que determinó desnutrición crónica grave. Desarrollo normal para la edad. Ingresada en la UNEPP del CHPR en alimentación parenteral. Múltiples infecciones intrahospitalarias. Fiebre y viraje de reactantes de fase aguda, se inicia antibioticoterapia empírica con vancomicina meropenem con planteo de probable sepsis por CVC. Se realizó seguimiento semanal con termografía. En evolución, persistencia de la fiebre, se aísla por hemocultivo y retrocultivo del CVC una *Klebsiella pneumoniae* multirresistente. Se retira el acceso venoso con mejoría clínica y térmica posterior.

Resultados

En el caso 1, la IR inicial mostró áreas hiperradiantes en las ROI seleccionadas en el trayecto de la CVC (Fi-

gura 1 A, B, C). (Tabla 1 A, B).

Presenta valores de ΔT^{\max} de 3,0 °C y $\Delta T^{\text{average}}$ de 2,35 °C en las ROI. (Tabla 1 A) (Figura 2).

La IR evolutiva al séptimo día de la ROI seleccionada mostró un área hiporradiante en el trayecto de la CVC respecto al control inicial, con valores de ΔT^{\max} de 1,02 °C y $\Delta T^{\text{average}}$ de 1,06 °C en las ROI, conservándose el catéter del paciente. (Tabla 1 B).

En el caso 2, la IR inicial muestra zona hiperradiante en el trayecto de CVC, asimétrico respecto al área contralateral en las ROI. (Figura 3 A, B, C).

Los valores de obtenidos en las ROI ΔT^{\max} fueron de 2,10 °C y $\Delta T^{\text{average}}$ de 2,06 °C en el punto de inserción del catéter. (Tabla 1 C). Finalmente, se retira y se coloca nuevo acceso en diferente sitio de inserción.

Tabla 1. Deltas A, B, C. Valores en las regiones de interés.

	Delta	Máx °C	Mín °C	Méd °C
A	r1-r2	3.00	1.52	2.35
B	r1-r2	1.02	0.90	1.06
C	r1-r2	2.10	1.90	2.06

Discusión

Las infecciones intrahospitalarias en la UCI determinan un franco aumento de la morbimortalidad. Dentro de las infecciones intrahospitalarias, la infección relacionada a VVC es el tipo más prevalente y en la mayoría de los casos ocurre en pacientes críticos⁽⁵⁾.

Para el control de las infecciones relacionadas a VVC se deben tener en cuenta varios aspectos: tipo de catéter, signos relacionados a compromiso del catéter, estado clínico del paciente y resultado de los cultivos⁽⁶⁾. Cuando un paciente con VVC presenta elementos sugestivos de bacteriemia, como fiebre, chuchos e hipotensión, el protocolo en la UCI es realizar un retrocultivo de la VVC y en el mismo momento un cultivo de sangre periférica. Se confirma la infección relacionada al CVC cuando los gérmenes de ambos cultivos son coincidentes en tipo y antibiograma con los criterios ya definidos previamente en la introducción⁽¹⁻⁶⁾.

Frente a la sospecha de una infección relacionada con la VVC, algunas UCI protocolizan la retirada del mismo. Sin embargo, existe evidencia de que los catéteres retirados en estas situaciones muchas veces no desarrollan gérmenes al cultivo. Además, el retirar un CVC en los pacientes pediátricos, especialmente los críticos y más aún en niños con nutrición parenteral prolongada, puede constituir un desafío asistencial

Figura 1 (A, B, C): 1^{er} día.

A: imagen térmica en posición a 45° con suncho. Flechas ROI (r1) seleccionadas según protocolo UCIN-TERM.

B: imagen óptica.

C: reconstrucción 3D térmica, se observan zonas hiperradiantes.

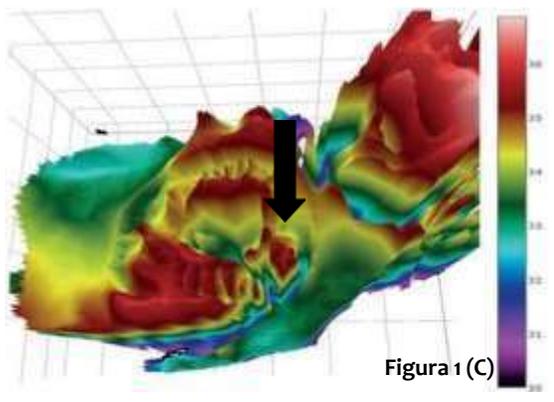
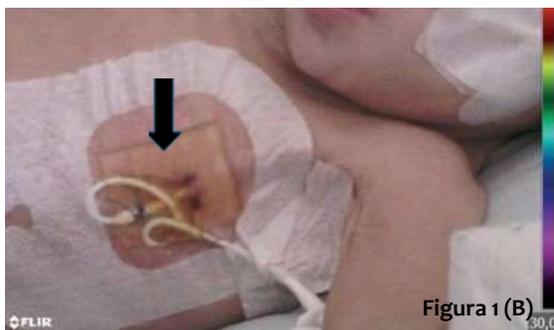
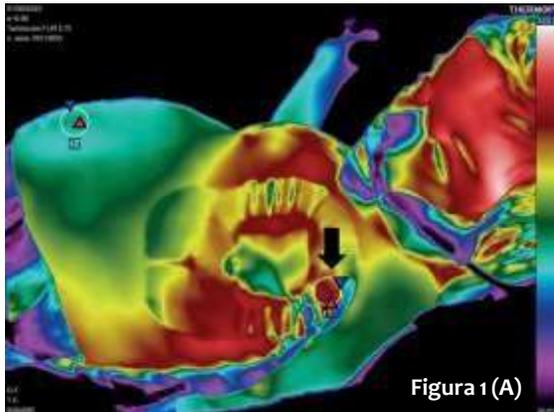
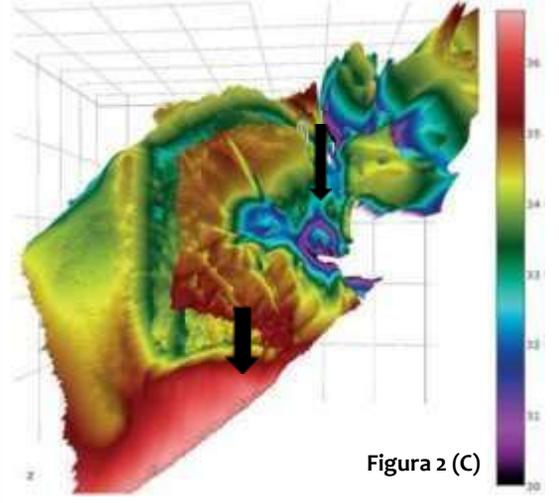
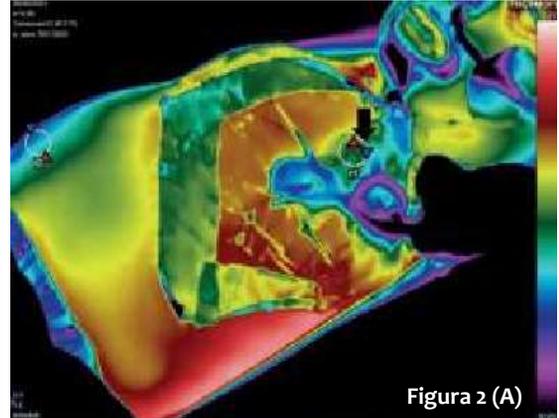


Figura 2 (A, B, C): 7^o día.

A: imagen térmica en posición a 45° con suncho. Flechas ROI (r1) seleccionadas según protocolo UCIN-TERM.

B: imagen óptica.

C: reconstrucción 3D, se observan zonas hiporradiantes. Enfoques laterales derechos a 60 cm.



debido a la dificultad de la colocación del acceso vascular y que cada nueva colocación empeora su pronóstico vital y funcional. Es por esto que se impone la necesidad de disponer de una metodología en la unidad de internación que pueda colaborar a intentar un manejo conservador del CVC, al menos inicial, cuando hablamos de una infección relacionada al catéter no complicada⁽³⁻⁶⁾.

Decimos que la infección asociada a CVC es com-

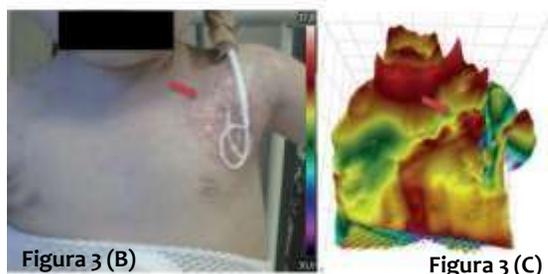
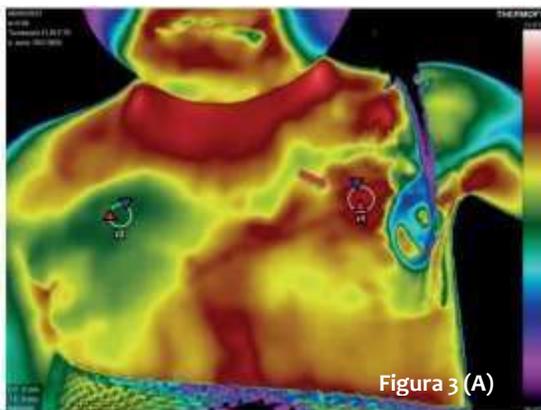
plicada cuando existe bacteriemia persistente: crecimiento del mismo germen en hemocultivo > 72 hs tras inicio de antibioterapia adecuada, presencia de endocarditis, embolias sépticas, osteomielitis o tromboflebitis séptica^(3,4). A nivel internacional, en los últimos 20 años, múltiples líneas de trabajo se desarrollan en

Figura 3 (A, B, C) Caso 2:

A: imagen térmica en posición a 90° sentado. En las ROI (r1) se observan valores de ΔT^{\max} de 2,08 °C y $\Delta T^{\text{average}}$ de 2,04 °C en el punto de inserción del catéter (flechas).

B: reconstrucción 3D, se observan zonas hiperradiantes (flechas).

C: imagen óptica y ROI. Enfoques frontales a 60 cm.



el diagnóstico y seguimiento a través de la termografía, utilizando protocolos que permiten realizar estudios reproducibles⁽⁷⁻¹⁶⁾. Se utiliza en el seguimiento de múltiples patologías que presentan cambios en la perfusión, inflamación y metabolismo^(11,13,17). La IR se ha utilizado para estudiar enfermedades en las que la temperatura de la piel puede reflejar la presencia de inflamación en los tejidos subyacentes, o aquellos en los que el flujo de sangre aumenta o disminuye debido a una anomalía clínica⁽¹¹⁻¹⁴⁾. Existen reportes de la correlación de valores de $\Delta T^{\text{average}}$ en las ROI con marcadores humorales de infección^(11,15,16). Los casos descritos presentaron asimetrías y disfunciones térmicas alteradas con $\Delta T^{\text{average}}$ mayor a 1 °C⁽¹⁰⁻¹³⁾. A su vez, ambos casos presentaron ΔT^{\max} mayores a 2,0 °C^(10,11,16).

En una publicación en la que se realizó un seguimiento térmico en una paciente con mordedura de bothrops con fenómenos inflamatorios locales, al cuarto día posmordedura se evidenció un aumento del $\Delta T^{\text{average}}$ de hasta 3 °C, concomitante con el aumento de leucocitosis sistémica y fiebre, con buena respuesta pos-

terior al inicio del tratamiento antibiótico con mejoría clínica, paraclínica y térmica⁽¹¹⁾. Si bien no podemos extrapolar este hallazgo a los $\Delta T^{\text{average}}$ que evidenciamos a otros procesos infecciosos, podría ser indicativo de procesos vinculados a infecciones sistémicas.

Otro trabajo realizó seguimiento con termografía en un hospital de Valencia a niños con PICC portadores de enfermedades oncológicas. Estos niños tienen la misma dificultad en la colocación de accesos venosos de larga permanencia como pasa en los niños de los casos clínicos comentados con alimentación parenteral. En este grupo de pacientes los deltas de temperatura fueron de ΔT^{\max} 1,5 ± 0,7 °C en los niños que presentaban sepsis por catéter versus valores de $\Delta T^{\text{average}}$ 0,5 ± 0,2 °C en los niños en los que no se comprobó infección. Esta diferencia tuvo significancia estadística, observándose un descenso de los mismos una vez iniciado el tratamiento⁽¹⁶⁾. El equipo de termografía continúa este proyecto de forma prospectiva con el seguimiento de pacientes con colocación de CVC durante la estadía en cuidados intensivos con el fin de aumentar el número de pacientes reclutados y de esta forma aportar datos significativos para conclusiones estadísticas, así como definir rangos posibles de $\Delta T^{\text{average}}$, ΔT^{\max} que puedan ser predictivos de la presencia de una sepsis por catéter en nuestro medio⁽¹⁴⁻¹⁶⁾.

Conclusiones

La termografía infrarroja es un estudio no invasivo que puede ser de utilidad para el seguimiento y diagnóstico semiológico térmico de los procesos inflamatorios de los catéteres centrales⁽⁴⁻⁶⁾. En la literatura existen pocos estudios de seguimiento térmico de CVC en pediatría⁽¹⁴⁻¹⁶⁾. Este es el primer estudio en Uruguay con imágenes térmicas de alta resolución en pediatría. La infección relacionada al uso de CVC constituye la principal causa de infección intrahospitalaria en las UCI pediátricas, aun así, los catéteres retirados por sospecha de infección muchas veces no tenían desarrollo microbiológico al cultivo⁽⁴⁻⁶⁾. La utilización de una técnica que no requiere movilizar al paciente crítico y complementando el examen físico y los parámetros humorales, junto al monitoreo de los valores de $\Delta t^{\max} / \text{average}$, sumado a su bajo costo, se muestra promisorio, siendo necesario el estudio de más series de casos para análisis estadísticos.

Referencias bibliográficas

- Muñoz J, Roselló P. Canalización de vías venosas centrales. *An Pediatr Contin* 2005; 3(2):109-13.
- New K, Webster J, Marsh N, Hewer B. Intravascular device use, management, documentation and complications: a point prevalence survey. *Aust Health Rev* 2014; 38(3):345-9. doi:

10.1071/AHI3111.

3. Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias. Guía de práctica clínica sobre el uso de catéteres venosos centrales de inserción periférica (PICC) en el paciente crítico. Madrid: SEMICYUC, 2021.

4. Cantirán K, Telechea H, Menchaca A. Incidencia de bacteriemia asociada al uso de accesos venosos centrales en cuidados intensivos de niños. *Arch Pediatr Urug* 2019; 90(2):57-62. doi: 10.31134/ap.90.2.2.

5. Sánchez J. Protocolo de infección relacionada con el catéter venoso central. Madrid: SECIP, 2020. Disponible en: <https://www.secip.info/images/uploads/2020/07/Infección-asociada-a-CVC.pdf>. [Consulta: 10 marzo 2024].

6. Ammer K. The Glamorgan protocol for recording and evaluation of thermal images of the human body. *Thermol Int* 2008; 18(4):125-9.

7. Gatt A, Formosa C, Cassar K, Camilleri K, De Raffaele C, Mizzi A, et al. Thermographic patterns of the upper and lower limbs: baseline data. *Int J Vasc Med* 2015; 2015:831369. doi: 10.1155/2015/831369.

8. Devito K, Americano J. Can infrared thermography replace other methods for evaluating the presence and intensity of neurogenic and musculoskeletal orofacial pain in adult patients? A systematic review. *Inplasy Protocol* 202330091. doi: 10.37766/inplasy2023.3.0091.

9. Howell K, Smith R. Guidelines for specifying and testing a thermal camera for medical applications. *Thermol Int* 2009; 19:5-12.

10. Machado S, Tortorella M, Medeiros C, Negrin A. Uso da imagem infravermelha em caso de envenenamento de uma criança picada por *Bothrops Pubescens* (Cope, 1870) no

Uruguay. *Pan Am J Med Thermol* 2023; 10:e2023005. doi: 10.18073/pajmt.2023.10.005.

11. Fernández I, Marins J, Lastras J, Carmona P, Cano S, García 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.

12. Lahiri A. Medical applications of infrared thermography: a review. *Infrared Phys Technol*. 2012;55(4):221-35.

13. Ramirez J, Bartlett R, Arriaga J, Fraser R, Saiko G. Infrared thermography in wound care, surgery, and sports medicine: a review. *Front Physiol* 2022; 13:838528. doi: 10.3389/fphys.2022.838528.

14. Silvah J, Lima C, Unamuno M, Schetino M, Schetino L, Fassini P, et al. Body surface infrared thermometry in patients with central venous catheter-related infections. *Einstein (Sao Paulo)* 2015; 13(3):364-9. doi: 10.1590/S1679-45082015AO3397.

15. Benavent O, Benavente N, Priego J, Galindo C, Cibrián R, Salvador R, et al. Application of infrared thermography in diagnosing peripherally inserted central venous catheter infections in children with cancer. *Physiol Meas* 2019; 40(4):044002. doi: 10.1088/1361-6579/ab031a.

16. Kacmaz S, Ercelebi E, Zengin S, Cindoruk S. The use of infrared thermal imaging in the diagnosis of deep vein thrombosis. *Infrared Phys Technol* 2017; 86:120-9. doi: 10.1016/j.infrared.2017.09.005.

17. International Academy of Clinical Thermology. International Academy of Clinical Thermology Medical Infrared Imaging Standards and Guidelines. Redwood City, CA: IACT, 2018. doi: 10.13140/RG.2.2.28341.78562.

Correspondencia: Dra. Andrea Rodríguez.
Correo electrónico: andrea.med09@gmail.com

Disponibilidad de datos

El conjunto de datos que apoya los resultados de este estudio NO se encuentra disponible en repositorios de acceso libre.

Contribución de los autores

Todos los autores de este manuscrito han contribuido a la concepción y revisión crítica, y realizaron la aprobación final de la versión a publicar.

Sergio Machado, ORCID 0009-0009-8427-1441.
Andrea Rodríguez, ORCID 0000-0001-8913-3085.
Juan Guerrero, ORCID 0009-0007-4667-7550.
Romina Alonso, ORCID 0009-0007-1883-9954.
Ana Inverso, ORCID 0000-0003-2978-6580.