TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO MEDICINA



DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURA CORPORAL CENTRAL Y PERIFÉRICA EN PACIENTES EN SHOCK MEDIANTE CÁMARA TERMOGRÁFICA

Nombre del Tutor Clínico: Samuel González López

Servicio del Tutor: Unidad de Cuidados Intensivos

Nombre del Tutor Metodológico: Emilia Condes Moreno

Nombre del Alumno: Elena Calderón Gutiérrez

Hospital: HLA Universitario Moncloa

02/05/2026

Índice

1. RESUMEN 3
2. PALABRAS CLAVES 3
3. ABSTRACT 3
4. KEY WORDS 4
5. INTRODUCCIÓN 4
6. HIPÓTESIS 7
7. OBJETIVOS 7
8. METODOLOGÍA 7
1. DISEÑO 7
2. ÁMBITO Y POBLACIÓN DE ESTUDIO 8
3. TAMAÑO MUESTRAL 8
4. SELECCIÓN Y DEFINICIÓN DE VARIABLE 9
5. RECOGIDA DE DATOS 10
6. PLAN DE ANALISIS ESTÁDÍSTICO 10
9. ASPECTOS ÉTICOS Y LEGALES 11
10. RESULTADOS 12
11. DISCUSIÓN 17
12. CONCLUSIÓN 19
13. BIBLIOGRAFÍA 20

1. RESUMEN

El shock se caracteriza por una insuficiencia circulatoria que provoca un desequilibrio entre el aporte y las demandas de oxígeno tisular. La evaluación de la perfusión microcirculatoria continúa siendo limitada, y la temperatura cutánea constituye un marcador accesible de la misma.

El objetivo de este estudio fue analizar las diferencias entre la temperatura corporal central y periférica en pacientes en shock mediante cámara termográfica y su relación con el tipo de shock.

Se realizó un estudio observacional retrospectivo en 17 pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos. El gradiente térmico medio fue de 4,06 ± 1,93 °C, sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre shock séptico y shock frío (p = 0,727). Tampoco se evidenció correlación con la dosis de noradrenalina ni con los niveles de lactato. Sin embargo, se observó una correlación negativa significativa entre el gradiente térmico y la estancia en UCI (p = 0,031).

Dado el reducido tamaño muestral, este estudio presenta un carácter exploratorio.

Los resultados sugieren que el gradiente térmico podría estar asociado con la evolución clínica, aunque no se observaron diferencias significativas entre los tipos de shock en esta muestra. Estos hallazgos deben ser confirmados en estudios con mayor tamaño muestral.

2. PALABRAS CLAVES

Shock, cámara termográfica, temperatura.

3. ABSTRACT

Shock is characterized by circulatory failure leading to an imbalance between tissue oxygen supply and demand. The assessment of microcirculatory perfusion remains limited, and skin temperature represents an accessible marker of this process.

The aim of this study was to analyze the differences between central and peripheral body temperature in patients with shock using thermographic imaging and to evaluate its relationship with the type of shock.

A retrospective observational study was conducted including 17 patients admitted to the Intensive Care Unit. The mean thermal gradient was 4.06 ± 1.93 °C, with no statistically significant

differences between septic shock and cold shock (p = 0.727). No significant correlation was found between the thermal gradient and norepinephrine dose or lactate levels. However, a significant negative correlation was observed between the thermal gradient and ICU length of stay (p = 0.031).

Given the small sample size, this study has an exploratory nature.

The results suggest that the thermal gradient may have prognostic value, although no significant differences between shock types were observed in this sample. These findings should be confirmed in studies with larger sample sizes.

4. KEY WORDS

Shock, thermal imaging camera, temperatura.

5. INTRODUCCIÓN

El shock constituye una de las situaciones clínicas más graves y complejas en el ámbito de la medicina crítica y representa una urgencia vital asociada a una elevada morbimortalidad. Se define como un estado de insuficiencia circulatoria aguda que provoca un desequilibrio entre el aporte y las demandas metabólicas de oxígeno a nivel tisular, dando lugar a hipoxia celular, alteraciones metabólicas y disfunción orgánica progresiva si no se instaura un tratamiento precoz y adecuado (1,2). A pesar de los avances en el soporte vital, la monitorización hemodinámica y las estrategias terapéuticas, el shock continúa siendo una causa frecuente de ingreso en las unidades de cuidados intensivos (UCI) y se asocia a tasas de mortalidad elevadas, variables según la etiología y el momento de la intervención (3,4).

Desde el punto de vista clínico, el shock se manifiesta mediante signos y síntomas derivados de la hipoperfusión tisular. Estos incluyen alteraciones periféricas como piel fría, húmeda, pálida o moteada; compromiso renal, evidenciado por oliguria; y afectación neurológica, que puede presentarse como confusión, desorientación o disminución del nivel de conciencia (2,5). El reconocimiento temprano de estos signos resulta esencial, ya que el diagnóstico y tratamiento precoces se asocian de forma consistente con una mejora del pronóstico y una reducción de la mortalidad en pacientes críticos (6).

Tradicionalmente, la evaluación del shock se ha basado en parámetros macrocirculatorios, especialmente la presión arterial media (PAM), considerándose valores inferiores a 65 mmHg como indicativos de hipoperfusión tisular. Sin embargo, numerosos estudios han demostrado que la PAM no es un marcador suficientemente sensible, ya que puede mantenerse dentro de rangos aparentemente normales gracias a mecanismos compensatorios, como la vasoconstricción periférica y el aumento de las resistencias vasculares sistémicas, a pesar de una reducción significativa del gasto cardíaco y del flujo sanguíneo efectivo a los

tejidos (2,7). Esta limitación ha impulsado la incorporación de otros marcadores diagnósticos y pronósticos que permitan una evaluación más precisa del estado circulatorio.

En la práctica clínica actual, el diagnóstico del shock integra la evaluación clínica con parámetros bioquímicos y hemodinámicos. Entre los más utilizados destacan el lactato sérico, la saturación venosa central de oxígeno ($ScvO_2$) y la diferencia venoarterial de dióxido de carbono, que permiten una aproximación indirecta al estado de la perfusión tisular y del metabolismo celular (2,8). El lactato se ha consolidado como un marcador clave de hipoperfusión y estrés metabólico, siendo valores superiores a 2 mmol/L indicativos de mayor gravedad y asociados a un peor pronóstico y mayor mortalidad (6,9). No obstante, estos parámetros no están exentos de limitaciones, ya que pueden verse influenciados por múltiples factores y no siempre reflejan de forma fiel el estado de la microcirculación.

En los últimos años, se ha descrito el fenómeno de desacoplamiento hemodinámico, en el que la normalización de los parámetros macrocirculatorios no se acompaña de una recuperación adecuada de la perfusión microvascular. En estos casos, la hipoxia tisular puede persistir a pesar de una aparente estabilidad hemodinámica, contribuyendo al desarrollo de disfunción orgánica y empeoramiento del pronóstico (10,11). Este hallazgo ha generado un creciente interés en el estudio de la microcirculación como elemento central en la fisiopatología del shock y como posible diana terapéutica.

El shock se clasifica clásicamente en cuatro tipos principales según su mecanismo fisiopatológico: hipovolémico, distributivo, cardiogénico y obstructivo (12,13). Aunque cada uno presenta características clínicas y terapéuticas específicas, todos comparten la capacidad de desencadenar una respuesta inflamatoria sistémica y una disfunción multiorgánica progresiva si la hipoperfusión se mantiene en el tiempo (14). El shock cardiogénico, en particular, representa aproximadamente el 6 % de los ingresos en UCI y continúa asociándose a una elevada mortalidad, cercana al 30–40 %, a pesar de los avances en revascularización precoz y soporte circulatorio mecánico (4,15).

En este contexto, la evaluación de la perfusión periférica ha adquirido un papel relevante como reflejo del estado microcirculatorio. La piel es un órgano fácilmente accesible y altamente sensible a los cambios hemodinámicos, por lo que parámetros clínicos como el tiempo de relleno capilar, el patrón moteado y la temperatura cutánea se han propuesto como herramientas útiles para la valoración de la perfusión tisular (8,16). Estudios previos han demostrado que estas variables se asocian de forma independiente con el pronóstico y la mortalidad en pacientes con shock, especialmente en el shock séptico (11,17).

La temperatura cutánea y el gradiente de temperatura central-periférica reflejan el tono vascular y el flujo sanguíneo periférico. En función de estos parámetros, el shock puede clasificarse clínicamente en fenotipos denominados “fríos”, caracterizados por vasoconstricción periférica y bajo gasto cardíaco, y “calientes”, asociados a vasodilatación periférica y redistribución del flujo sanguíneo, como ocurre típicamente en fases iniciales del shock séptico (8,18). Desde hace décadas, el gradiente central-periférico se ha estudiado como indicador indirecto del estado circulatorio, demostrando su relación con el gasto cardíaco, la resistencia vascular sistémica y el pronóstico clínico (19).

La medición de la temperatura cutánea se ha realizado tradicionalmente mediante sondas térmicas de contacto, que permiten una monitorización continua, pero presentan limitaciones relevantes, como la alteración de la temperatura local por presión prolongada, problemas de higiene, riesgo de infección y posibles interferencias con otros dispositivos médicos (8,20). Estas limitaciones han favorecido el desarrollo y la aplicación de técnicas no invasivas, entre las que destaca la termografía infrarroja.

La termografía infrarroja es una tecnología que permite estimar la temperatura de la superficie corporal a partir de la radiación térmica emitida por los tejidos, sin necesidad de contacto físico (21). En los últimos años, su uso se extiende progresivamente en el ámbito de la medicina crítica como herramienta para la evaluación de la perfusión periférica y del gradiente de temperatura central-periférica (17,22). Diversos estudios han demostrado que un mayor gradiente térmico medido mediante termografía se asocia a peor pronóstico y mayor mortalidad en pacientes con shock séptico (11,23). Asimismo, se observa una correlación significativa entre la temperatura periférica y parámetros hemodinámicos clásicos, como el gasto cardíaco y la presión arterial, lo que sugiere que esta técnica podría aportar información clínica relevante de forma rápida y no invasiva (18,24).

Sin embargo, la evidencia disponible sigue siendo limitada y heterogénea. La mayoría de los estudios se han centrado en pacientes con shock séptico, existiendo escasa información sobre la utilidad de la termografía infrarroja en otros tipos de shock. Además, persisten dudas sobre la relación entre la temperatura periférica medida por termografía y la temperatura central, así como sobre su capacidad para discriminar entre distintos mecanismos fisiopatológicos de shock y su posible valor como herramienta pronóstica (17,22).

Por todo ello, resulta necesario profundizar en el estudio de técnicas no invasivas que permitan una evaluación más precisa y accesible de la perfusión tisular en pacientes críticos. La termografía infrarroja se presenta como una alternativa prometedora que podría complementar la valoración clínica y hemodinámica convencional, facilitando una detección precoz de la hipoperfusión y una mejor estratificación del riesgo (8,22).

Este estudio se enmarca, además, en el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 3 de las Naciones Unidas, orientado a garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos, mediante la mejora de la calidad de la atención sanitaria, la reducción de la mortalidad evitable y la incorporación de tecnologías diagnósticas innovadoras y seguras (25).

En este contexto, el objetivo principal del presente trabajo es analizar la relación entre la temperatura central y la temperatura periférica, medida mediante cámara termográfica, en los diferentes tipos de shock, evaluando su utilidad como herramienta no invasiva para la valoración de la perfusión tisular en pacientes críticos

6. HIPÓTESIS

La diferencia entre la temperatura corporal central y la temperatura periférica, expresada como gradiente térmico y medida mediante cámara termográfica, varía según el tipo de shock. Se espera que el gradiente térmico central-periférico sea aproximadamente 2 °C menor en pacientes con shock séptico (shock caliente) en comparación con aquellos con shock frío (shock hipovolémico o cardiogénico).

7. OBJETIVOS

Objetivo principal:

Analizar las diferencias entre la temperatura corporal central (cabeza y tórax) y periférica en pacientes en shock mediante el uso de cámara termográfica y su relación con el tipo de shock: shock séptico (caliente) o shock frío (cardiogénico o hipovolémico).

Objetivos secundarios:

- Describir las características demográficas y clínicas de los pacientes incluidos en el estudio
- Evaluar la correlación entre la diferencia de temperatura y la dosis de aminas administradas.
- Analizar la relación entre la diferencia de temperatura y los niveles de lactato como marcador de hipoperfusión.
- Evaluar la asociación entre el gradiente térmico y la duración de la estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).
- Comparar la mortalidad en UCI entre los diferentes tipos de shock.

8. METODOLOGÍA

1. DISEÑO

Se llevó a cabo un estudio de cohortes, analítico, observacional, longitudinal y retrospectivo, de carácter exploratorio, en el que los pacientes se dividieron en dos cohortes según el tipo de shock, de acuerdo con los criterios clínicos establecidos:

- Cohorte 1: Shock frío (hipovolémico o cardiogénico)
- Cohorte 2: shock caliente (séptico)

2. ÁMBITO Y POBLACIÓN DE ESTUDIO

Pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos en el hospital HLA Moncloa, diagnosticados previamente de shock, el tipo de este se habrá definido con anterioridad el médico responsable del enfermo, en el periodo comprendido entre octubre de 2025 y febrero 2026 con una estancia mínima de 2 días. Los criterios de inclusión y exclusión se muestran a continuación.

Criterios de inclusión:

- Individuo adulto (mayor o igual a 18 años) con diagnóstico confirmado de shock séptico, cardiogénico o hipovolémico.
- Se encuentren ingresado en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) en el hospital HLA Moncloa.
- Diagnóstico de shock establecido antes o durante su estancia en UCI.
- Disponibilidad de imagen térmica válida obtenida mediante cámara termográfica durante el episodio de shock.

Criterios de exclusión:

- Pacientes diagnosticados de shock anafiláctico
- Traumatismos severos o quemaduras con un porcentaje de superficie corporal superior al 10%
- Estancia en UCI inferior a 24 horas

3. TAMAÑO MUESTRAL

Para el objetivo principal, que es analizar la diferencia en el gradiente térmico central-periférico entre pacientes con distintos tipos de shock (shock frío y shock caliente), se planteó la comparación de dos medias independientes correspondientes al gradiente de temperatura entre las dos cohortes.

Se consideró una diferencia mínima clínicamente significativa de 2 °C y una desviación estándar estimada de 2,5 °C, con un riesgo alfa (α) del 0,05 y una potencia estadística del 80 % (10).

Bajo estos parámetros, se obtuvo que cada grupo debe estar compuesto por 25 pacientes, lo que implica un tamaño muestral total de 50 participantes para el estudio. Durante el periodo de estudio solo fue posible reclutar 17 pacientes que cumplieran los criterios de inclusión. Por ello, el presente trabajo debe interpretarse como un estudio exploratorio o piloto, destinado a generar hipótesis y valorar la factibilidad de la técnica

4. SELECCIÓN Y DEFINICIÓN DE VARIABLE

La variable principal gradiente térmico central-periférico se definió como la diferencia entre la temperatura corporal central y la temperatura periférica, expresada en grados Celsius (°C).
La temperatura periférica se midió mediante cámara termográfica infrarroja en regiones distales de las extremidades por otro lado, la temperatura central se estimó a partir de la medición en regiones corporales centrales, concretamente en cabeza y tórax.

El tipo de shock es una variable cualitativa que clasifica a los pacientes en shock caliente (séptico) o shock frío (cardiogénico o hipovolémico) según criterios clínicos.

Variable	Unidades/Categorías	Tipo
Tipo de shock	"Caliente"/ "Frío"	Cualitativa
Gradiente térmico central-periférico	Grados Celsius (Cº)	Cuantitativa

Las variables secundarias incluyeron características demográficas, clínicas y analíticas potencialmente relacionadas con el estado hemodinámico y la evolución de los pacientes. Se recogieron la edad y el sexo como variables demográficas, así como la estancia en UCI como indicador de evolución clínica.

Entre las variables clínicas se incluyeron la presencia de comorbilidades relevantes, concretamente hipertensión arterial y diabetes mellitus, por su posible papel como factores de confusión. Asimismo, se recogieron parámetros analíticos y hemodinámicos como los niveles de lactato sérico, la presión arterial media y la dosis de aminas administradas, considerados marcadores indirectos de perfusión tisular y gravedad clínica.

Finalmente, se registró la mortalidad en UCI como variable de resultado, definida como la situación vital del paciente al alta de la Unidad de Cuidados Intensivos.

Variable	Unidades/Categorías	Tipo
Edad	Años cumplidos	Cuantitativa
Sexo	Hombre/Mujer	Cualitativa
Estancia UCI	Días cumplidos	Cuantitativa
Hipertensión (HTA)	Si/No	Cualitativa
Diabetes Mellitus (DM)	Si/No	Cualitativa
Lactato sérico	mmol/L	Cuantitativa
Presión arterial media	mmHg	Cuantitativa
Aminas	µg/kg/min	Cuantitativa
Muerte	Si/No	Cualitativa

5. RECOGIDA DE DATOS

Este estudio se llevó a cabo mediante la revisión retrospectiva de historias clínicas de pacientes que hayan presentado un cuadro de shock durante su ingreso en el Servicio de Cuidados Intensivos del Hospital Universitario Moncloa, en el periodo comprendido entre octubre de 2025 y febrero de 2026, bajo la supervisión del tutor clínico.

Las imágenes se recogieron mediante un sistema de videovigilancia experimental basado en imagen termográfica. El uso de este sistema y el protocolo de recogida de datos fueron aprobados por el Comité de Ética de la Investigación con medicamentos (CEIm) del Hospital de Getafe (código CEIm24-128).

Las mediciones de temperatura se realizaron mediante una cámara termográfica FLIR E54, un dispositivo radiométrico calibrado y validado para la medición de temperatura superficial mediante infrarrojos, que presenta una elevada sensibilidad térmica (<40 mK; 0,04 °C), permitiendo detectar variaciones muy pequeñas de temperatura con alta resolución.

Las historias clínicas se encontraron informatizadas mediante el programa GreenCube.

Las variables clínicas y hemodinámicas se obtuvieron de forma simultánea a la medición de la temperatura mediante cámara termográfica en cada paciente. Debido al carácter exploratorio del estudio y a su diseño observacional, no se estableció un momento evolutivo uniforme para la recogida de los datos.

Uso de datos y protección de datos

El uso de la base de datos se realizó cumpliendo estrictamente con la normativa vigente en materia de protección de datos personales, incluyendo el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) (UE) 2016/679 y la Ley Orgánica 3/2018, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales (LOPD-GDD). Los datos fueron manejados exclusivamente por los investigadores del estudio, con acceso restringido y bajo protocolos de confidencialidad establecidos por el comité ético.

Tipo de base de datos

La base de datos utilizada en este estudio se aplicó de manera seudonimizada, eliminando cualquier información que permitiera la identificación directa de los pacientes, tales como nombre, número de historia clínica o cualquier otro dato personal identificativo. Cada paciente recibió un código único que garantiza el anonimato durante el análisis de los datos, conforme a la legislación vigente en materia de protección de datos.

6. PLAN DE ANALISIS ESTÁDÍSTICO

Las variables cualitativas se describieron mediante frecuencias absolutas y relativas (n y %). Las variables cuantitativas se expresaron como media y desviación estándar (DE) cuando seguían una distribución normal, y como mediana y rango intercuartílico en caso de distribución no normal. La normalidad de las variables se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk.

Para el análisis bivariado, la comparación de variables cuantitativas entre grupos independientes (shock séptico vs shock frío) se realizó mediante la prueba t de Student para muestras independientes cuando se cumplía el supuesto de normalidad, o mediante la prueba U de Mann-Whitney en caso contrario.

Las variables cualitativas se compararon mediante el test exacto de Fisher, dada la reducida muestra.

Para evaluar la asociación entre variables cuantitativas, se empleó el coeficiente de correlación de Spearman.

9. ASPECTOS ÉTICOS Y LEGALES

El estudio se envió al comité de ética del Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz.

Se cumplió el compromiso de respetar las normativas en materia de bioética según la declaración de Helsinki, el informe de Belmont, el convenio de Oviedo sobre los derechos humanos y la biomedicina y la ley 14/2007, de 3 de julio, de investigación biomédica.

El estudiante, Elena Calderón Gutiérrez y su tutor, Dr. Samuel González López, se comprometieron a conocer y cumplir la normativa reguladora en materia de protección de datos de carácter personal. En concreto, declararon conocer y comprender la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre de Protección de Datos Personales y Garantías de los Derechos Digitales, así como el resto de normativa de desarrollo, y las previsiones al respecto contempladas en la Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica.

El estudiante, Elena Calderón Gutiérrez y su tutor, Dr. Samuel González López, se comprometieron a mantener absoluta confidencialidad y reserva sobre cualquier dato que pudieran conocer con ocasión de la realización del trabajo, especialmente los de carácter personal, que no copiaron o utilizaron con fin distinto al que estuvo determinado, ni tampoco cedieron a otros, ni siquiera a efectos de conservación.

El estudiante, Elena Calderón Gutiérrez y su tutor, Dr. Samuel González López, declararon haber leído, y se comprometieron a conocer y cumplir, la "Política de seguridad de la información en el ámbito de la Administración Electrónica y de los sistemas de información de la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid", publicado en la Orden 491/2013, de 27 de junio y todas las políticas, normas y procedimientos de la CSCM y/o del Hospital que emanen del citado código.
Por último, este proyecto de investigación fue aprobado por el Comité de Ética de la Fundación Jiménez Díaz, siguiendo la normativa vigente.

10. RESULTADOS

Se recogieron datos de 17 pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos mediante el uso de cámara termográfica. Todos los pacientes fueron incluidos en el estudio, ya que ninguno cumplía los criterios de exclusión.

La muestra final estuvo compuesta por 17 pacientes, de los cuales 12 pertenecían a la cohorte de shock caliente y 5 a la cohorte de shock frío.

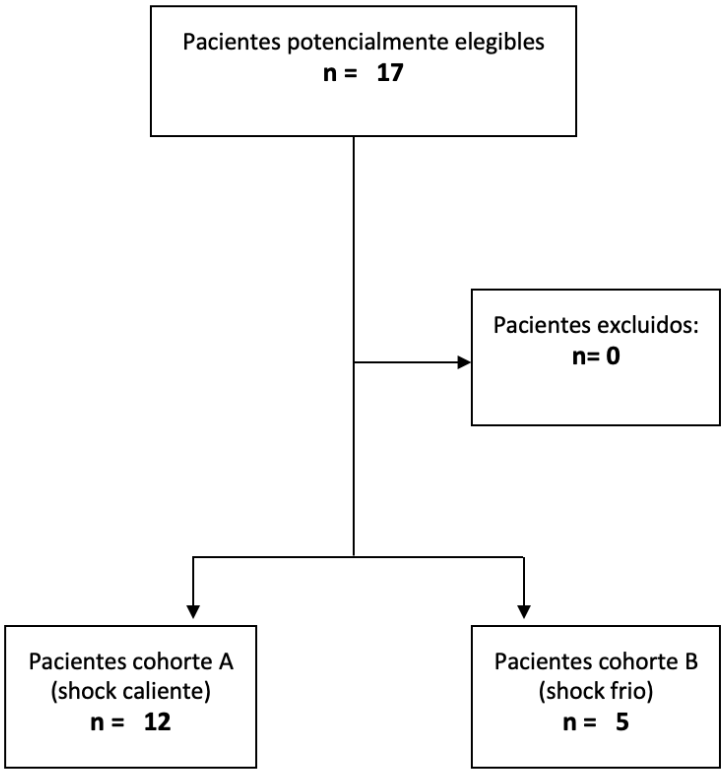

Figura 1. Diagrama de flujo de inclusión y exclusión de los pacientes del estudio.

1. Descripción demográficas y clínicas de las diferentes cohortes

Se incluyeron un total de 17 pacientes con diagnóstico de shock ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos, de los cuales 12 (70,6%) correspondían a shock caliente (séptico) y 5 (29,4%) a shock frío (cardiogénico o hipovolémico).

Con el objetivo de caracterizar la muestra en el contexto de un estudio de carácter exploratorio, se analizaron variables demográficas, así como variables clínicas relacionadas con el estado hemodinámico y la perfusión periférica en el momento de la medición.

La distribución de las variables cuantitativas se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Las variables edad, lactato, estancia en UCI, temperatura periférica y presión arterial media no siguieron

una distribución normal, por lo que se expresaron como mediana. Por el contrario, la temperatura central, la dosis de noradrenalina y el gradiente térmico mostraron una distribución compatible con la normalidad y se expresaron como media ± desviación estándar.

En relación con las características demográficas, la mediana de edad fue de 73 años en el grupo de shock caliente y de 74 años en el grupo de shock frío, sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (p = 0,958). Se observó un predominio de pacientes varones en ambos grupos, especialmente en el grupo de shock caliente (91,7% frente a 60,0%), sin que esta diferencia alcanzara significación estadística (p = 0,191).

En cuanto a las comorbilidades, la prevalencia de diabetes mellitus fue del 33,3% en el grupo de shock caliente y del 20,0% en el grupo de shock frío, mientras que la hipertensión arterial estuvo presente en el 58,3% y el 40,0% de los pacientes, respectivamente, sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre grupos (p = 1,000 y p = 0,620, respectivamente).

Respecto a las variables clínicas, los niveles de lactato mostraron una mediana de 3,57 mmol/L en el grupo de shock caliente y de 1,60 mmol/L en el grupo de shock frío, sin diferencias estadísticamente significativas (p = 0,104). La estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos fue similar en ambos grupos, con una mediana de 10 días, sin diferencias significativas (p = 0,958).

La temperatura central presentó valores medios de 33,9 ± 1,23 °C en el grupo de shock caliente y de 34,6 ± 1,19 °C en el grupo de shock frío, sin diferencias estadísticamente significativas (p = 0,278). La temperatura periférica mostró una mediana de 30,0 °C en el grupo de shock caliente y de 31,9 °C en el grupo de shock frío, sin diferencias significativas (p = 0,399).

El gradiente térmico medio fue de 4,17 ± 2,18 °C en el grupo de shock caliente y de 3,80 ± 1,29 °C en el grupo de shock frío, sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (p = 0,727).

Otros datos relevantes para el estudio se muestran en la Tabla 1.

En conjunto, y en el contexto de un estudio exploratorio con tamaño muestral reducido, ambos grupos mostraron características demográficas y clínicas comparables, sin evidenciarse diferencias estadísticamente significativas en las variables analizadas.

Tabla 1: Características demográficas y clínicas de las dos cohortes del estudio

Variables demográficas	**Shock caliente (n = 12)**	**Shock frio (n = 5)**	**Valor de p**
Edad (mediana)	73	74	0,958
Sexo masculino, n (%)	11 (91,7%)	3 (60,0%)	0,191
Estancia en UCI (mediana)	10	10	0,958
Variables clínicas			
HTA, n (%)	7 (58,3%)	2 (40,0%)	0,620
DM, n(%)	4 (33,3%)	1 (20%)	1,00
Lactato (mediana)	3,57	1,6	0,104

PAM (mediana)	85	65	0,406
Dosis Noradrenalina (media ± DE)	0,194 ± 0,120	0,304 ± 0,201	0,178
Temperatura central (media ± DE)	33,9 ± 1,23	34,6 ± 1,19	0,278
Temperatura periférica (mediana)	30,0	31,9	0,399
Gradiente térmico (°C), (media ± DE)	4,17 ± 2,18	3,80 ± 1,29	0,727

2. Gradiente térmico en las diferentes cohortes

En relación con el objetivo principal del estudio, se analizó el gradiente térmico (definido como la diferencia entre la temperatura central y la periférica) en función del tipo de shock.

La distribución de esta variable fue compatible con la normalidad en ambos grupos (grupo de shock séptico: p = 0,959; grupo de shock frío: p = 0,110.

El gradiente térmico medio fue de 4,17 ± 2,18 °C en el grupo de shock séptico (n = 12) y de 3,80 ± 1,29 °C en el grupo de shock frío (n = 5). Asimismo, la mediana fue de 4,10 °C en el grupo de shock séptico y de 3,50 °C en el grupo de shock frío, con una variabilidad mayor en el grupo de shock séptico. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, lo que indica ausencia de significación especifica (p = 0,727), según el análisis mediante la t de Student para muestras independientes. (Tabla 1).

Aunque se observó un gradiente térmico ligeramente superior en el grupo de shock séptico, esta diferencia no alcanzó significación estadística.

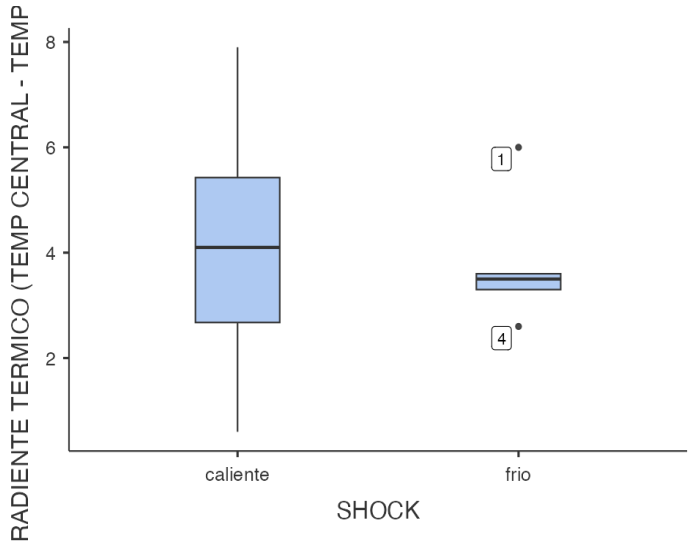

Figura 2. Distribución del gradiente térmico (°C) según el tipo de shock. Diagrama de cajas que muestra la mediana, el rango intercuartílico y los valores extremos en ambos grupos.

3. Correlación entre dosis de aminas y gradiente térmico

Se evaluó la correlación entre el gradiente térmico (definido como la diferencia entre la temperatura central y la periférica) y la dosis de noradrenalina administrada.

Dado el reducido tamaño muestral, se empleó el coeficiente de correlación de Spearman. No se observó una correlación estadísticamente significativa entre ambas variables ($p = 0,605$), sin evidenciarse una asociación relevante entre el gradiente térmico y la dosis de noradrenalina (Tabla 2).

4. Relación entre gradiente térmico y niveles de lactato

Como objetivo secundario, se analizó la relación entre el gradiente térmico (definido como la diferencia entre la temperatura central y periférica) y los niveles de lactato como marcador de hipoperfusión tisular.

Dado que la variable lactato no mostró una distribución normal en el grupo de shock séptico ($p = 0,013$), se empleó el coeficiente de correlación de Spearman para el análisis de correlación.

No se observó una correlación estadísticamente significativa entre el gradiente térmico y los niveles de lactato ($\rho = 0,413$; $p = 0,099$) (Tabla 2).

No obstante, se observó una tendencia positiva moderada entre el gradiente térmico y los niveles de lactato, aunque esta no alcanzó significación estadística.

5. Asociación entre el gradiente térmico y estancia en UCI

Otro objetivo secundario fue evaluar la asociación entre el gradiente térmico y la duración de la estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).

Se observó una correlación negativa moderada y estadísticamente significativa entre el gradiente térmico y los días de estancia en UCI ($\rho = -0,525$; $p = 0,031$), según el análisis mediante el coeficiente de correlación de Spearman (Tabla 2).

Estos resultados sugieren que un mayor gradiente térmico se asocia con una menor duración de la estancia en UCI.

Tabla 2: Correlación entre gradiente térmico y variables clínicas

Variable	Coeficiente (p)	Valor de p
Gradiente térmico vs noradrenalina	-0,135	0,605
Gradiente térmico vs lactato	0,413	0,099
Gradiente térmico vs estancia en UCI (días)	-0,525	0,031

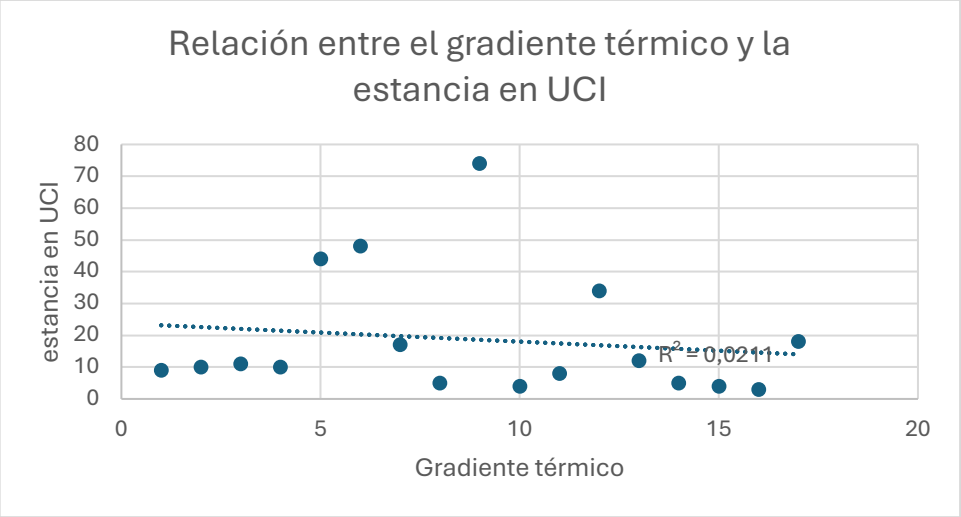

Figura 3. Relación entre el gradiente térmico (°C) y la estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos (días). Se observa una correlación inversa moderada entre ambas variables. El coeficiente de determinación es bajo ($R^2 = 0,021$), lo que indica que el gradiente térmico explica una proporción limitada de la variabilidad en la estancia en UCI.

6. <u>Mortalidad en UCI según el tipo de shock</u>

Por último, se analizó la mortalidad en UCI en función del tipo de shock. En el grupo de shock caliente, 5 pacientes (41,7%) fallecieron durante el ingreso, frente a 1 paciente (20%) en el grupo de shock frío.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (p = 0,600), según la prueba de Fisher.

Tabla 6: Mortalidad según el tipo de shock

Variable tipo de shock	Vivo n(%)	Fallecido n(%)	Valor de p
Shock caliente	7 (53,8%)	5 (41,7%)	0, 600
Shock frio	4 (80%)	1 (20%)	

11. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo principal evaluar la utilidad del gradiente térmico medido mediante cámara termográfica como herramienta para diferenciar tipos de shock y explorar su posible papel como marcador clínico en pacientes críticos.

En relación con el objetivo principal, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el gradiente térmico entre el shock séptico y el shock frío, por lo que no se confirma la hipótesis inicial planteada. Estos resultados sugieren que, en esta muestra, el gradiente térmico no permite discriminar entre ambos tipos de shock.

Desde el punto de vista fisiopatológico, se ha descrito que el shock séptico se asocia a vasodilatación periférica, mientras que el shock cardiogénico o hipovolémico cursa con vasoconstricción; sin embargo, en la práctica clínica esta diferenciación puede verse modulada por múltiples factores, como la fase evolutiva del shock o las intervenciones terapéuticas, lo que podría explicar la ausencia de diferencias claras en nuestra muestra (26).

Estos hallazgos son concordantes con estudios previos que han evaluado parámetros periféricos de perfusión, como la temperatura cutánea o el tiempo de relleno capilar, los cuales presentan una elevada variabilidad y una capacidad limitada para diferenciar entre distintos tipos de shock (26).

En relación con los objetivos secundarios, no se observó una correlación estadísticamente significativa entre el gradiente térmico y la dosis de noradrenalina, lo que sugiere que este parámetro no refleja de forma directa la intensidad del soporte vasopresor. Este resultado es consistente con la evidencia que indica que la respuesta de la microcirculación a los vasopresores es heterogénea y no siempre paralela a los cambios en la macrocirculación (27).

Por otro lado, aunque no se evidenció una correlación estadísticamente significativa entre el gradiente térmico y los niveles de lactato, se observó una tendencia positiva moderada. Este hallazgo podría sugerir una posible relación entre la perfusión periférica y el estado metabólico, aunque no permite establecer una asociación concluyente con los datos disponibles.

Uno de los hallazgos más relevantes del estudio fue la observación de una correlación negativa moderada y estadísticamente significativa entre el gradiente térmico y la estancia en UCI. Este resultado sugiere que un mayor gradiente térmico podría asociarse a una menor duración de la estancia. No obstante, dada la naturaleza exploratoria del estudio y la ausencia de análisis multivariables, no es posible establecer un valor pronóstico del gradiente térmico, pudiendo esta asociación estar influida por factores de confusión no controlados.

Asimismo, no se observaron diferencias significativas en la mortalidad en UCI entre los distintos tipos de shock, lo que refuerza la idea de que la evolución clínica de estos pacientes depende de múltiples factores más allá de la clasificación inicial del shock.

Desde el punto de vista clínico, estos resultados sugieren que el gradiente térmico, aunque no útil para diferenciar tipos de shock, podría aportar información complementaria sobre el estado hemodinámico del paciente. No obstante, su aplicación como herramienta aislada es limitada, por lo que debería integrarse con otros parámetros clínicos y hemodinámicos.

Un aspecto fundamental para interpretar los resultados es el momento de la medición. En este estudio, el gradiente térmico se evaluó de forma puntual y no estandarizada en el tiempo respecto a la evolución del shock, lo que podría no reflejar adecuadamente los cambios dinámicos de la perfusión periférica. Dado que las mayores alteraciones hemodinámicas ocurren en las primeras horas, la falta de mediciones seriadas puede haber limitado la capacidad del estudio para detectar asociaciones más consistentes (26).

En este sentido, la monitorización continua mediante técnicas de termografía podría representar una mejora relevante, permitiendo una evaluación más dinámica y precisa de la perfusión periférica.

El presente estudio presenta varias limitaciones. En primer lugar, el reducido tamaño muestral, especialmente en el grupo de shock frío, limita la potencia estadística y la capacidad para detectar diferencias o asociaciones significativas. En segundo lugar, el diseño unicéntrico y retrospectivo introduce riesgo de sesgo de selección y de información. Asimismo, la heterogeneidad clínica de los pacientes y los tratamientos recibidos pueden haber actuado como factores de confusión no controlados.

A pesar de estas limitaciones, el estudio tiene un carácter exploratorio y aporta información preliminar sobre el uso de la termografía infrarroja en pacientes críticos. La utilización de una técnica no invasiva, accesible y potencialmente reproducible constituye una fortaleza relevante.

En relación con los objetivos de desarrollo sostenible, este estudio contribuye a la mejora de la calidad asistencial mediante la exploración de herramientas diagnósticas no invasivas y potencialmente coste-efectivas.

Futuros estudios deberían incluir un mayor tamaño muestral, un diseño prospectivo y la realización de mediciones seriadas y estandarizadas del gradiente térmico, especialmente durante las primeras fases del shock. Asimismo, sería de interés evaluar su integración con otros parámetros clínicos para mejorar su utilidad en la práctica clínica.

12. CONCLUSIÓN

El gradiente térmico medido mediante termografía infrarroja no mostró diferencias significativas entre los distintos tipos de shock, lo que limita su utilidad como herramienta diagnóstica diferencial. Sin embargo, se observó una asociación significativa con la estancia en UCI, lo que sugiere un posible valor pronóstico. La ausencia de correlación con otros marcadores clásicos, como lactato o dosis de vasopresores, indica que la perfusión periférica refleja aspectos complementarios de la fisiopatología del shock. Estos resultados deben interpretarse con cautela debido al reducido tamaño muestral. Se requieren estudios con mayor número de pacientes y monitorización continua para confirmar estos hallazgos.

13. BIBLIOGRAFÍA

1. Patel S, Holden K, Calvin B, DiSilvio B, Dumont T. Shock. *Crit Care Nurs Q*. 2022;45(3):225–232.
2. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, Beale R, Bakker J, Hofer C, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med*. 2014;40(12):1795–1815.
3. García-Cabrera E, Rodríguez-González C, Rodríguez-Rodríguez M, Rodríguez-Rodríguez R, García-González M. Marcadores de hipoperfusión tisular y su relación con la mortalidad en pacientes con shock séptico. *Rev Ciencias Médicas*. 2015;19(6):1–12.
4. Zapata L, Ochagavía A, Palomo-López N, Fraile V. El shock cardiogénico como problema de salud. Fisiología, clasificación y detección. *Med Intensiva*. 2024;48(5):282–295.
5. Standl T, Annecke T, Cascorbi I, Heller AR, Sabashnikov A, Teske W. The nomenclature, definition and distinction of types of shock. *Dtsch Arztebl Int*. 2018;115(45):757–768.
6. Huber W, Zanner R, Schneider G, Schmid R, Lahmer T. Assessment of regional perfusion and organ function: Less and non-invasive techniques. *Front Med (Lausanne)*. 2019;6:50.
7. Amson H, Dumas G, Boudjeltia KZ, et al. Core-to-skin temperature gradient measured by thermography predicts mortality in septic shock patients. *J Crit Care*. 2020;60:1–6.
8. Ferraris A, Bouisse C, Mottard N, Thiollière F, Anselin S, Piriou V, et al. Mottling score and skin temperature in septic shock: Relation and impact on prognosis in ICU. *PLoS One*. 2018;13(8):e0202329.
9. Naciones Unidas. Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades. Nueva York: Naciones Unidas; 2024.
10. García-Cabrera E, Rodríguez-González C, Rodríguez-Rodríguez M, et al. Hipoperfusión periférica y pronóstico en shock séptico. *Rev Med Intensiva*. 2016;40(5):300–310.
11. Kholoussy AM, Sufian S, Pavlides C, Matsumoto T. Central-peripheral temperature gradient. *Am J Surg*. 1980;140(5):609–613.
12. Sessler DI. Temperature monitoring and perioperative thermoregulation. *N Engl J Med*. 1997;336(24):1730–1737.
13. Ring EFJ, Ammer K. Infrared thermal imaging in medicine. *Physiol Meas*. 2012;33(3):R33–R46.
14. Vincent JL, De Backer D. Circulatory shock. *N Engl J Med*. 2013;369(18):1726–1734.

15. Bakker J, Nijsten MW, Jansen TC. Clinical use of lactate monitoring in critically ill patients. *Intensive Care Med*. 2013;39(11):1863–1874.
16. Thiele H, Ohman EM, Desch S, et al. Management of cardiogenic shock. *Eur Heart J*. 2015;36(20):1223–1230.
17. Boerma EC, van der Voort PHJ, Spronk PE, Ince C. Relationship between skin temperature, perfusion, and oxygenation in critically ill patients. *Crit Care Med*. 2008;36(5):1569–1574.
18. Lima A, Bakker J. Clinical assessment of peripheral circulation. *Intensive Care Med*. 2015;41(8):1440–1442.
19. Donati A, Damiani E, Domizi R, et al. Near-infrared spectroscopy for assessment of tissue oxygenation in shock. *Crit Care*. 2013;17(3):R128.
20. Bourcier S, Pichereau C, Boelle PY, et al. Peripheral perfusion assessment in septic shock: A pilot study. *Intensive Care Med*. 2016;42(2):265–272.
21. De Backer D, Orbegozo Cortes D, Donadello K, Vincent JL. Pathophysiology of microcirculatory dysfunction and the pathogenesis of septic shock. *Intensive Care Med*. 2014;40(7):899–908.
22. Vincent JL, Jones G, David S, Olariu E, Cadwell K. Frequency and mortality of septic shock in Europe and North America: A systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2019;23:196.
23. Ince C. The microcirculation is the motor of sepsis. *Crit Care*. 2005;9(Suppl 4):S13–S19.
24. Guyton AC, Hall JE. *Textbook of Medical Physiology*. 13th ed. Philadelphia: Elsevier; 2016.
25. Huber W, Zanner R, Schneider G, Schmid R, Lahmer T. Assessment of regional perfusion and organ function: Less and non-invasive techniques. *Front Med (Lausanne)*. 2019;6:50
26. Hernández G, Teboul JL. Transcapillary refill time: a key perfusion parameter Intensive Care Med. 2018;44(6):906–9.
27. De Backer D, Donadello K, Sakr Y, Ospina-Tascón G, Salgado D, Scolletta S, et al. Microcirculatory alterations in patients with severe sepsis: impact of time of assessment and relationship with outcome. Crit Care Med. 2013;41(3):791–9.

DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE CHATGPT Y HERRAMIENTAS DE IA

Declaración sobre el uso de ChatGPT y herramientas de IA

Yo, Elena Calderón Gutiérrez, estudiante del Grado en Medicina, y autor/a del Trabajo Fin de Grado titulado:

"Samuel González López",

declaro que:

1. **Uso no permitido:**
    - No he utilizado ChatGPT ni otras herramientas de inteligencia artificial para realizar análisis estadísticos, procesar datos, ni para elaborar de forma automática el contenido principal del Protocolo.
    - El diseño metodológico, la recogida y análisis de los datos, así como la redacción científica del trabajo, son fruto de mi propio esfuerzo académico.
2. **Uso permitido:**
    - Reconozco que he podido emplear ChatGPT y/o herramientas similares exclusivamente como apoyo en:
        - Mejora de la redacción y claridad del texto.
        - Resolución de dudas conceptuales o terminológicas.
3. **Responsabilidad académica:**
    - Soy plenamente responsable de todo el contenido de este Trabajo Fin de Grado.
    - Garantizo que las ideas, aquí presentados reflejan mi propio trabajo, y que cualquier recurso bibliográfico utilizado ha sido adecuadamente citado siguiendo las normas de la universidad.

En Madrid, a 19 de Diciembre de 2025.

Firma del/de la estudiante: Elena Calderón Gutiérrez

INFORME DEL COMITÉ DE ETICA DE LA INVESTIGACION

Título del proyecto: “Diferencia entre temperatura corporal central y periférica en pacientes en shock mediante cámara termográfica”.
Documentos con versiones:
PROTOCOLO Versión 1.0, 05 de Mayo de 2025
Investigador Principal: SAMUEL GONZALEZ LOPEZ; EMILIA CONDES MORENO
Servicio: Unidad de Cuidados Paliativos
Centro: Hospital HLA Moncloa
Estudiante:
- ELENA CALDERON GUTIERREZ. Universidad Europea de Madrid.

Este Trabajo de Fin de Grado ha sido evaluado, por procedimiento abreviado, por el Comité de Etica de la Investigación de la Fundación Jiménez Díaz, y se considera que reúne las normas éticas estándar para la realización de este tipo de estudios.

Lo que firma en Madrid a 11/10/2025

Dr. Javier Bécares Martínez
Presidente CEImFJD

Nota: La obtención de la información clínica necesaria para llevar a cabo el TFG se llevará a cabo de acuerdo al procedimiento establecido en cada centro y departamento de Docencia, siempre de acuerdo a la normativa aplicable en materia de protección de datos.