



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO DE ENFERMERÍA

Curso académico 2024-2025

**EL USO DE LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA
PARA PREDECIR LA APARICIÓN DE ÚLCERAS
POR PRESIÓN**

**THE USE OF INFRARED THERMOGRAPHY TO PREDICT THE
DEVELOPMENT OF PRESSURE ULCERS**

Autora: Andrea Centeno Llopis

Tutor: Pablo López Casanova

La realización de este trabajo representa un recorrido lleno de desafíos, pero sobre todo de aprendizaje. Cada paso ha sido una oportunidad para fortalecer mi vocación por la enfermería. Pero, sobre todo, este viaje no ha sido en solitario. He contado con el apoyo de mi familia y amigos.

A mis padres, por ser mi mayor apoyo, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por su fe inquebrantable en mí y por enseñarme a cuidar desde el corazón.

A mis compañeras de Universidad, por ser parte de este viaje, por compartir conocimientos, experiencias y momentos que han enriquecido este proceso. Gracias por su apoyo y por hacer de este camino un aprendizaje colectivo.

A mi abuela Elvira, por ser ejemplo de ternura y entrega.

En especial mención a quienes ya no están: mis abuelos, José y Joaquín, quienes dejaron una huella imborrable en mi vida y cuya memoria sigue viva en mí. Aunque su ausencia deja un gran vacío, su amor incondicional y sus valores me han acompañado a lo largo de este camino y siguen siendo una fuente de inspiración. Estoy segura de que, estén donde estén, se sienten orgullosos de lo que he logrado.

Y, por último, a mi abuela Geni, que en su fragilidad me ha demostrado el verdadero significado de la fuerza. Su presencia y su amor me acompañan en cada palabra de este trabajo.

Este trabajo refleja no solo mi esfuerzo, sino también el apoyo, amor y enseñanzas de todos los que han estado a mi lado. Gracias por ser parte fundamental de este logro que, sin duda, es también vuestro.

Índice

1. Introducción	5
2. Justificación	7
3. Objetivos	8
4. Metodología	8
5. Resultados	10
6. Termografía en la predicción de úlceras por presión.....	16
7. Discusión	22
8. Conclusión	23
9. Bibliografía	23
Anexo 1. Tesauros	25

Resumen

Introducción: La termografía infrarroja detecta cambios en la temperatura corporal relacionados con el aumento o disminución del flujo sanguíneo. Un aumento de la temperatura está vinculado a procesos inflamatorios o infecciosos, mientras que su disminución puede indicar isquemia o problemas de perfusión, como ocurre en las úlceras por presión. Esta técnica no invasiva y sin riesgos proporciona imágenes térmicas en tiempo real, permitiendo predecir complicaciones antes de que se presenten signos clínicos.

Objetivos: Esta revisión analiza la eficacia de la termografía infrarroja como herramienta diagnóstica en la prevención y seguimiento de las úlceras por presión.

Metodología: Para la elaboración de este trabajo se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed, Cochrane, Cinahl y Web of Science. Se empleó un lenguaje controlado mediante el uso de términos MeSH y la selección de los artículos se realizó aplicando criterios de inclusión y exclusión previamente definidos.

Resultados: Durante la búsqueda se identificaron un total de 40 artículos. Tras aplicar los filtros y los criterios de inclusión y exclusión establecidos, la selección se redujo a 19. Los estudios más relevantes para la elaboración de la revisión bibliográfica se encontraron en la base de datos PubMed, donde se localizaron 10 artículos, de los cuales finalmente se incluyeron 5 en el trabajo.

Conclusión: La termografía infrarroja demuestra un gran potencial para la detección temprana y prevención de úlceras por presión al identificar cambios térmicos que podrían indicar áreas de riesgo antes de que se desarrollen lesiones. Sin embargo, la evidencia disponible es todavía limitada, lo que indica la necesidad de realizar más estudios para estandarizar su uso. En comparación con escalas convencionales como la escala Braden, la termografía ha mostrado un mayor potencial en la prevención de úlceras por presión, al proporcionar información más objetiva y precisa.

Palabras clave: Termografía Infrarroja; Úlcera por presión; Predicción.

Abstract

Background: Infrared thermography detects changes in body temperature related to increased or decreased blood flow. An increase in temperature is associated with inflammatory or infectious processes, while a decrease may indicate ischemia or perfusion issues, such as in pressure ulcers. This non-invasive, risk-free technique provides real-time thermal images, allowing the anticipation of complications before clinical signs appear.

Objectives: This review analyzes the effectiveness of infrared thermography as a diagnostic tool in the prevention and monitoring of pressure ulcers.

Methodology: For this study, a literature search was conducted in the PubMed, Cochrane, Cinahl, and Web of Science databases. Controlled language using MeSH terms was used, and articles were selected based on inclusion and exclusion criteria previously defined in this review.

Results: During the search, 40 articles were identified. After applying the established filters and inclusion and exclusion criteria, the selection was narrowed down to 19. The most relevant studies for the literature review were found in the PubMed database, where 10 articles were located, 5 of which were included in the article.

Conclusions: Infrared thermography demonstrates significant potential for the early detection and prevention of pressure ulcers by identifying thermal changes that could indicate areas of risk before injuries develop. However, the available evidence is still limited, indicating the need for further studies to standardize its use. Compared with conventional scales such as the Braden scale, thermography has shown greater potential for pressure ulcer prevention by providing more objective and accurate information.

Keywords: Thermography; Pressure Ulcer; Prediction.

1.Introducción

Desde hace bastantes años atrás, se ha valorado la temperatura corporal a la hora de determinar la existencia de enfermedad. (1)

La piel, es el órgano más grande del cuerpo y juega un papel crucial en la regulación del calor, ya que proporciona aislamiento térmico al organismo junto con el tejido adiposo. La vasoconstricción y la vasodilatación son los principales mecanismos por los cuales la piel actúa como aislante, aumentando o reduciendo el aporte sanguíneo que llega a la superficie cutánea. Por lo tanto, la utilidad clínica de la termografía infrarroja se fundamenta en dos situaciones posibles: el incremento del flujo o la reducción de este. El incremento de la temperatura se vincula con procesos infecciosos e inflamatorios, en cambio, la reducción de la temperatura se asocia con una baja perfusión de los tejidos, procesos degenerativos, isquemia, lesiones vinculadas a la presión, entre otros. La termografía tiene la capacidad de identificar estos cambios de temperatura en el organismo y documentarlos visualmente como una imagen completa. (1,2)

La termografía infrarroja permite identificar cambios precoces en la temperatura de la piel, los cuales se relacionan con alteraciones en el metabolismo de los tejidos, la circulación sanguínea, la inflamación y la respuesta inmune. Estos cambios pueden ocurrir antes de que aparezcan señales clínicas de una úlcera por presión. Un aumento de la temperatura en la piel perilesional en comparación con la piel sana puede indicar un proceso inflamatorio en curso, mientras que una disminución de la temperatura puede indicar falta de circulación sanguínea (isquemia) o daño en los tejidos, lo que podría predecir la aparición de una UPP incluso antes de que se observen signos visibles. (3)

A través de esta técnica, podemos identificar estos cambios en diferentes zonas de la piel y servirnos de ayuda en la práctica clínica. Es un procedimiento de evaluación rápida y no invasiva, que puede llevarse a cabo de manera continuada sin ningún tipo de peligro y ofrece resultados en tiempo real, además posibilita el análisis de las fluctuaciones de temperatura en la superficie de la piel. Su capacidad para realizar una valoración objetiva y rápida de la distribución del calor en un área corporal concreta facilita la identificación de cambios térmicos que podrían estar vinculados con distintas patologías. Los cambios que se producen en la piel generan asimetrías térmicas, las cuales pueden indicar desajustes fisiológicos. Gracias a esta información, la termografía puede contribuir a la evaluación del estado de salud, apoyar el diagnóstico y facilitar el seguimiento de la recuperación de lesiones. (1,4)

Para entender el proceso por el cual la termografía infrarroja mide la temperatura corporal, resulta importante entender los mecanismos homeostáticos que controlan la temperatura del cuerpo. Cuando la temperatura ambiente supera la temperatura corporal, el cuerpo inicia procesos de disipación de calor, principalmente mediante la sudoración y la respiración. Por otro lado, cuando la temperatura del entorno es menor, el organismo pierde calor a través de la conducción, la convección y la irradiación, siendo este último el proceso más significativo para la termografía infrarroja. Consideramos que es el más relevante puesto que la irradiación implica la emisión de radiación infrarroja en forma de ondas electromagnéticas, que son captadas por esta tecnología y permiten detectar variaciones térmicas en la superficie cutánea que podrían indicar zonas de riesgo de desarrollo de úlceras por presión. (4)

El flujo sanguíneo tiene un impacto en la fluctuación de la temperatura corporal, dado que fluye a través de diversas conexiones arteriovenosas ubicadas bajo la piel, adaptándose según la necesidad de mantener o expulsar calor. Las variaciones en la temperatura central del cuerpo y la temperatura del entorno estimulan al sistema nervioso simpático, que controla la vasodilatación y la vasoconstricción. En el proceso de vasodilatación, el calor se propaga desde el organismo hacia la piel y el ambiente, mientras que en la vasoconstricción se mantiene el calor interno. Estos procedimientos influyen directamente en la temperatura del cuerpo, lo que posibilita que la termografía infrarroja pueda identificar estas fluctuaciones con precisión. (4)

Por otro lado, las úlceras por presión son lesiones de origen isquémico que surgen de la combinación de presión, fricción o humedad, perjudicando la integridad de la piel y los tejidos que la rodean. Es posible que surjan en cualquier zona del cuerpo que sea expuesta a una presión mayor a la del llenado capilar (32 mmHg), lo que causa obstrucción del flujo sanguíneo e hipoxia. Su manifestación fluctúa entre un enrojecimiento local (estadio I) y una necrosis tisular (estadio IV). (5)

Varios estudios han reconocido factores de riesgo en el desarrollo de las úlceras por presión. Entre los factores intrínsecos se puede destacar la edad, el estado nutricional, la movilidad y el grado de conciencia. En contraposición, los factores extrínsecos comprenden la higiene, la fricción, la temperatura ambiental, la humedad cutánea, la inmovilidad prolongada (debido a fracturas, sedación, sujeción mecánica o estado crítico) y la existencia de dispositivos clínicos como sondas, catéteres, mascarillas y tubos. (5)

Actualmente la mayoría de las úlceras por presión pueden prevenirse mediante el uso de estrategias adecuadas. La valoración tradicional del riesgo de desarrollar estas lesiones se realiza a través de escalas como Braden y Norton que permiten identificar a los pacientes más vulnerables de padecerlas ofreciendo unos datos subjetivos. (4) Por otro lado, se está implantando el uso de la termografía infrarroja como estrategia innovadora ya que garantiza unos datos más objetivos al detectar variaciones térmicas en la piel asociadas a zonas de riesgo. (9)

Es importante destacar que algunas medidas como los cambios posturales, la hidratación de la piel con cremas barreras o ácidos grasos hiperoxigenados, junto con el uso de sistemas para reducir la presión, contribuyen significativamente a la prevención. Estas acciones potencian la calidad de vida de los pacientes y mejoran la atención del sistema sanitario, produciendo un impacto positivo tanto a nivel moral como social. (5)

En la bibliografía consultada, se destaca la termografía infrarroja en la detección temprana de las úlceras por presión, enfatizando su capacidad para identificar irregularidades térmicas antes de que las manifestaciones clínicas sean evidentes. Se resalta que la asimetría térmica en individuos sanos es mínima, lo que posibilita que las variaciones en la temperatura de la piel funcionen como señales de alteraciones en el flujo sanguíneo, facilitando así la identificación de áreas en riesgo de desarrollar úlceras por presión. Por otro lado, se menciona que la termografía infrarroja ha demostrado ser más precisa en algunas ocasiones, que las escalas de valoración de riesgo como la Escala de Braden en la predicción de estas lesiones, ya que ofrece información localizada lo que refuerza su valor como herramienta complementaria en la prevención y manejo. (6)

2. Justificación

Las úlceras por presión representan una complicación muy frecuente en pacientes con movilidad limitada, particularmente en el contexto hospitalario y sociosanitario, generando repercusiones a nivel clínico, emocional y económico. Su prevención e identificación precoz son esenciales en la práctica de enfermería, dado que su presencia se vincula con un incremento en la morbi-mortalidad, de los días de estancia en el hospital y de los costes sanitarios.

La termografía infrarroja se presenta como un instrumento no invasivo, seguro y objetivo que facilita la identificación de cambios precoces en la temperatura de la piel vinculados a procesos fisiopatológicos tales como inflamación, isquemia o daño tisular,

incluso antes de que aparezcan signos clínicos evidentes. La identificación temprana de estos cambios térmicos puede contribuir de manera significativa a la prevención de úlceras por presión, facilitando intervenciones tempranas por el personal sanitario.

El objetivo de este trabajo de final de grado se basa en la necesidad de investigar la utilidad de la termografía infrarroja como complemento en la valoración de las úlceras por presión para mejorar la calidad y seguridad de los cuidados. Además, fomenta el crecimiento del conocimiento enfermero en el ámbito de las nuevas tecnologías aplicadas en la prevención de lesiones cutáneas.

3. Objetivos

Objetivo general

- Analizar la eficacia de la termografía infrarroja como herramienta diagnóstica y de evaluación en la prevención y seguimiento de las úlceras por presión.

Objetivos específicos

- Investigar, a través de una revisión bibliográfica, la eficacia de la termografía infrarroja como método para predecir la aparición de úlceras por presión y sus complicaciones.
- Analizar los distintos usos de la termografía infrarroja en la práctica clínica, con énfasis en su papel en la prevención y detección de úlceras por presión.

4. Metodología

De acuerdo con las características de los objetivos planteados, se decidió realizar una revisión sistemática siguiendo las indicaciones descritas por PRISMA. Se trata de un conjunto de ítems basados en la evidencia que deben ser incluidos al informar en la revisión sistemática. Se centra en el informe de revisiones y estudios que evalúan los efectos de las intervenciones. (7)

Se ha realizado una revisión de la literatura sobre la termografía infrarroja para anticipar la aparición de úlceras por presión, llevando a cabo una búsqueda exhaustiva para recopilar la evidencia disponible hasta la fecha.

Criterios de elegibilidad

Los criterios seleccionados para realizar la búsqueda bibliográfica de este trabajo son los siguientes:

Criterios de inclusión:

- Documentos escritos en español o inglés.
- Año de publicación entre 2015 y 2025.
- Artículos que analicen el uso de la termografía infrarroja como herramienta diagnóstica o de evaluación de las úlceras por o en la identificación de factores de riesgo asociados.

Criterios de exclusión:

- Estudios enfocados en animales.
- Artículos centrados en úlceras de otro origen (úlceras venosas o diabéticas)

Estrategia de búsqueda

Se ha realizado una búsqueda con el objetivo de identificar las diversas aplicaciones de la termografía infrarroja en el ámbito sanitario, así como la evidencia científica disponible sobre su uso en la prevención y diagnóstico de úlceras por presión.

En primer lugar, identifiqué los descriptores DeCS y MeSH para asegurar una búsqueda estructurada y estandarizada donde los términos seleccionados fueron “thermography/ termografía”, “pressure ulcer / úlcera por presión” y “prediction / predicción”. Tras esto, se combinaron los términos junto con el operador booleano “AND” para optimizar la búsqueda bibliográfica. Al finalizar la búsqueda, se aplicaron los filtros necesarios para asegurar que los estudios seleccionados cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión establecidos.

La estrategia de búsqueda resultó ser la siguiente:

Bases de datos	Estrategia de búsqueda	Resultados	Filtros	Resultados
<i>PUBMED</i>	((thermography) AND (pressure ulcer)) AND (Prediction)	21	Entre 2015 y 2025	10
<i>CINAHL</i>	Thermography AND Pressure ulcer AND Prediction	4	Entre 2015 y 2025	2
<i>COCHRANE</i>	Thermography AND Pressure	2	Entre 2015 y 2025	1

	ulcer AND Prediction			
<i>WEB OF SCIENCE</i>	((((ALL=(thermography)) AND ALL=(pressure ulcer)) AND ALL=(prediction))	13	Entre 2015 y 2025	6

5. Resultados

En la búsqueda inicial realizada en las bases de datos mencionadas anteriormente, se obtuvieron un total de 40 artículos. Tras aplicar los filtros, la búsqueda se redujo a 19. Cabe destacar que en las bases de datos Cochrane, Web of Science y Cinahl, se encontraron escasos artículos relacionados con el tema a estudio, algunos de los cuales resultaron ser duplicados. En PubMed, se identificaron 21 artículos. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión previamente definidos, se redujo el número a 10 artículos. El proceso de selección de los artículos resultó ser el siguiente:

En primer lugar, se seleccionó por título y resumen. Tras revisar estos elementos, se observó que algunos de ellos no cumplían los criterios establecidos para incluirlos en la presente revisión; En segundo lugar, los artículos que podrían ser considerados para su inclusión fueron leídos en su totalidad para confirmar que cumplían con los criterios de inclusión establecidos.

Tras la búsqueda realizada y una vez aplicados los filtros, se obtienen 19 artículos. 7 de estos resultaron ser duplicados en las diferentes bases de datos. Por otro lado, tras leer el título y el resumen se descartaron 5 de ellos y, por último, 7 fueron seleccionados por su relevancia y calidad metodológica, y finalmente se incluyeron 5 artículos en la revisión, excluyendo dos por no cumplir completamente los criterios establecidos.

Todo el proceso de búsqueda queda detallado en la **Figura 1**

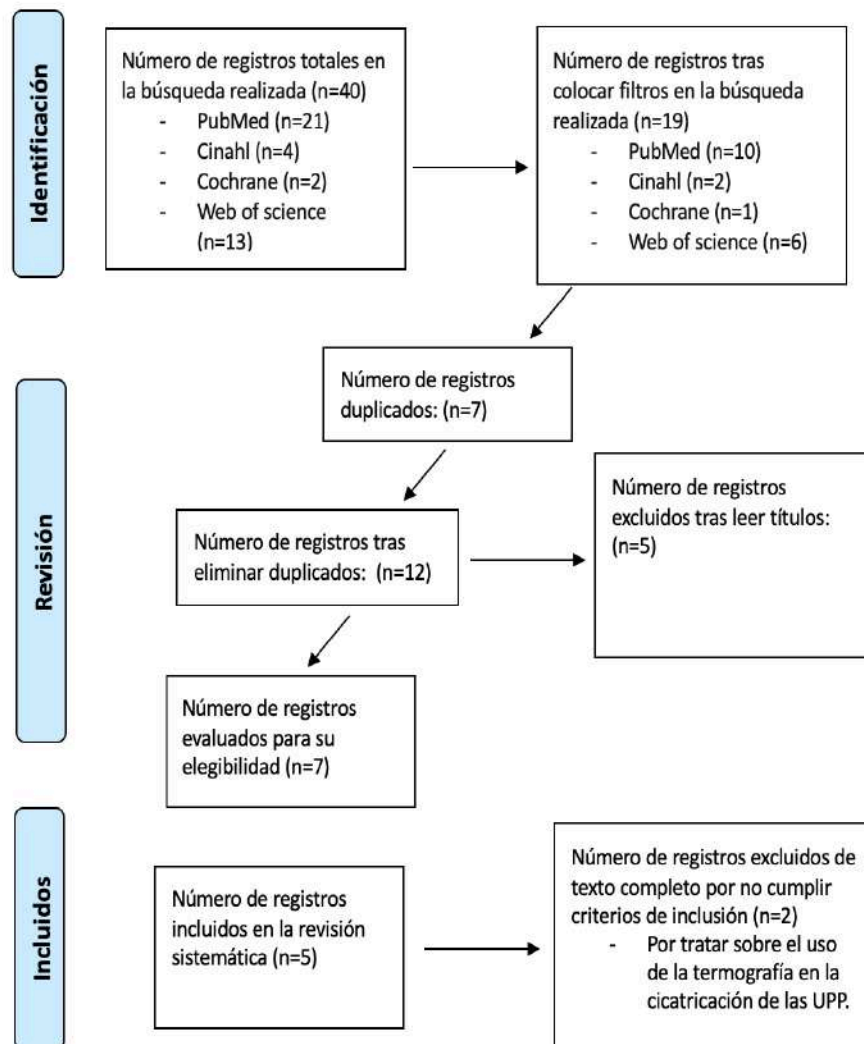


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA.

A continuación, se muestran los principales resultados que se han obtenido tras haber realizado una lectura de los estudios que se han incluido en la revisión. Los resultados se centran primordialmente en la aplicación de la termografía infrarroja para la prevención y monitorización de las úlceras por presión. Se ha observado que esta herramienta puede ser útil para identificar áreas de riesgo antes de la aparición de las lesiones, permitiendo intervenciones tempranas. Además, los estudios destacan la capacidad de la termografía para evaluar cambios en la temperatura de la piel, lo que podría indicar una disminución en la perfusión sanguínea y un mayor riesgo de desarrollar úlceras por presión.

Autores	Año	Título	Tipo de estudio	Conclusiones
A.L. Oliveira, Z. Moore, T. O'Connor, D. Patton	2017	Precisión de la ecografía, la termografía y la humedad subdérmica en la predicción de úlceras por presión: una revisión sistemática	Revisión sistemática	En esta revisión se estudia la efectividad que presentan diversas técnicas como el ultrasonido, la termografía y la medición de la humedad subepidérmica para la detección precoz de úlceras por presión. En lo que respecta al tema, al comparar la capacidad de la termografía infrarroja con la escala de Braden para identificar a pacientes con riesgo de desarrollar úlceras por presión, la termografía fue capaz de identificar a un mayor número de sujetos que la escala convencional. El estudio demostró que esta herramienta puede identificar los cambios de temperatura en la superficie cutánea, lo que ayuda a identificar daño tisular precoz y el desarrollo de úlceras por presión.
Fumiya Oohashi, Kazuhiro Ogai,	2022	El aumento de la temperatura en el área curada detectada por la	Estudio observacional	Este estudio observacional, evalúa la utilidad de la termografía infrarroja para predecir la reaparición de úlceras por presión en pacientes con lesiones que ya han cicatrizado. Los resultados muestran que un aumento de temperatura en el

Natsuki Takahashi, Defa Arisandi, Tamae Urai, Junko Sugama, Makoto Oe		termografía predice úlceras por presión recurrentes		área previamente curada, en comparación con la piel perilesional, se asocia con la aparición de nuevo de la lesión.
Fuman Cai, Xiaoqiong Jiang, Xiangqing Hou, Duolao Wang, Yu Wang, Haisong Deng, Hailei Guo, Haishuang Wang, Xiaomei Li	2021	Aplicación de la termografía infrarroja en la alerta temprana de lesiones por presión: un estudio observacional prospectivo	Estudio observacional prospectivo de cohorte	Se evalúa la eficacia de la termografía infrarroja en la identificación de forma precoz de las úlceras por presión en pacientes que se encuentran ingresados en unidades de cuidados intensivos, quienes pasan una larga estancia encamados. Una disminución de la temperatura en la región sacra, medida mediante el uso de la termografía se relaciona con el riesgo de desarrollar úlceras por presión. Los autores indican que una temperatura por debajo de -0.1°C se asocia con una mayor incidencia de padecer estas lesiones. Esta herramienta resulta ser más eficiente que la escala de Braden a la hora de predecir la aparición de úlceras por presión, considerándose una herramienta que ofrece datos objetivos para la detección temprana de este tipo de heridas. Su incorporación en la práctica clínica por parte de los

				profesionales de la salud ofrece un método en el que confiar para prevenir la aparición de estas lesiones.
Toshiki Kanazawa, Aya Kitamura, Gojiro Nakagami, Taichi Goto, Tomomitsu Miyagaki, Akitatsu Hayashi, Sanae Sasaki, Yuko Mugita, Shinji Iizaka, Hiromi Sanada	2015	La temperatura más baja en el borde de la herida detectada por la termografía predice que socava el desarrollo de las úlceras por presión: un estudio piloto	Estudio de cohorte retrospectivo (estudio piloto)	En el presente estudio se determinó si una temperatura más baja en el borde de la herida, detectada mediante termografía, puede predecir el socavado de úlceras por presión. Se destaca que las úlceras con una temperatura más baja en el borde de la herida presentan un riesgo de cuatro veces mayor a la hora de desarrollar socavado en la semana siguiente.
Jill Cox, Loretta Kaes, Miguel	2016	Un estudio prospectivo y observacional para evaluar el uso de la	Estudio prospectivo observacional	El estudio analiza el uso de la termografía infrarroja para predecir la evolución de áreas de piel intactas, sin lesiones, pero con ligeros cambios de color, correspondiente a

Martinez, Daniel Moles		termografía para predecir la progresión de la piel intacta descolorada a la necrosis entre los pacientes en instalaciones de enfermería especializada		enrojecimiento y/o palidez cutánea que podrían evolucionar a necrosis. Este estudio no se enfoca principalmente en prevenir la aparición de úlceras por presión, sino en prevenir las complicaciones asociadas a estas, como la necrosis. Se observó que las zonas con temperaturas más bajas en el centro, en comparación con la piel circundante, tenían más probabilidades de convertirse en necrosis en un plazo de 7 días, lo que sugiere una circulación sanguínea deficiente en el área afectada. Además, la falta de relleno capilar, es decir, cuando la sangre no regresa adecuadamente a la zona después de presionar la piel, se asoció con la aparición de necrosis a los 14 días.
---------------------------	--	---	--	--

6. Termografía en la predicción de úlceras por presión.

Según los artículos encontrados en la búsqueda bibliográfica se observa que la evidencia científica indica que el uso de la termografía infrarroja ha demostrado ser una herramienta útil en la prevención de las úlceras por presión. Los estudios revisados coinciden en que se trata de un método capaz de identificar cambios en la temperatura de la piel que preceden a la aparición de este tipo de lesiones y que, al hacer uso de esta herramienta, se pueden emplear intervenciones tempranas para predecir su aparición y las complicaciones que conllevan.

La investigación realizada tiene como objetivo evaluar la eficacia de la termografía infrarroja en la predicción de riesgos asociados a la aparición de úlceras por presión, un problema muy frecuente que encontramos en pacientes hospitalizados, que presentan movilidad reducida o que se encuentran encamados durante un tiempo prolongado. Las úlceras por presión no solo afectan a la salud y el bienestar del paciente, sino también a los recursos sanitarios al tratarse de heridas que a menudo, resultan difíciles de tratar. La termografía infrarroja resulta útil para realizar una evaluación diaria en pacientes en riesgo de desarrollar estas heridas, ya que es un instrumento no invasivo, no radiactivo y que permite realizar mediciones en tiempo real, detectando la temperatura de la piel que ayuda a indicar áreas de riesgo. No obstante, la termografía no proporciona un diagnóstico definitivo, sino que sirve como complemento al examen clínico, ya que ayuda a mostrar cambios fisiológicos previos a la aparición visible de las úlceras.

Oliveira et al. (8) realizaron su estudio donde analizaron el uso de la termografía para predecir el daño tisular y la aparición de úlceras por presión. Los resultados de su estudio mostraron que la termografía detectó un mayor número de personas con riesgo en comparación con la evaluación mediante la escala de Braden. Los autores evaluaron a 100 participantes mediante imágenes infrarrojas. Este estudio comparó tres métodos de análisis térmico con la escala de Braden. Los resultados mostraron que la termografía fue más eficaz que la escala de Braden para identificar a los pacientes con alto riesgo de desarrollar úlceras por presión. Estos tres métodos se basan en la diferencia de temperatura entre distintos valores registrados en una misma área de la piel, con el objetivo de detectar alteraciones que puedan indicar el desarrollo de lesiones. A continuación, se detallan los métodos utilizados y su efectividad para identificar a los pacientes en alto riesgo: el método 1 (diferencia entre temperatura máxima y mínima tomada) identificó el 39 % de los casos de alto riesgo, el método 2 (diferencia entre la temperatura del percentil 75 y la mínima) el 28 %, y el método 3 (diferencia entre la

temperatura media y la mínima) el 22 %. La comparación entre ellos permite determinar cuál es el más adecuado para predecir de forma precoz la aparición de úlceras por presión, siendo el primero de ellos el más preciso en identificar a los pacientes con alto riesgo.

En comparación, la escala de Braden no mostró diferencias a lo largo del tiempo y presentó una baja fiabilidad. Además, el análisis de la odds ratio (OR) mostró que la termografía fue significativamente más eficaz para detectar riesgo con respecto a la escala Braden. Esto sugiere que la termografía podría ser una herramienta más objetiva y sensible que las escalas tradicionales para predecir el desarrollo de úlceras por presión.

Mediante la evaluación de las diferentes variaciones térmicas en la piel, la termografía es capaz de identificar cambios sutiles que ocurren antes de la aparición visible de las úlceras, lo que permite intervenir de forma temprana y efectiva en la prevención de estas lesiones.

No obstante, a pesar de su efectividad, **Oliveira et al.** (8) señalan que la precisión de la termografía infrarroja puede variar según el contexto clínico en el que se aplique. En su estudio se encargan de compararla con otras técnicas como el ultrasonido y la medición de la humedad subepidérmica. En lo que respecta, los autores destacan que tanto la humedad subepidérmica como el ultrasonido son técnicas más precisas para evaluar daños precoces en la piel y los tejidos. Sin embargo, la combinación de estas herramientas con la termografía infrarroja ofrece una respuesta más eficaz, ya que proporciona un enfoque multidimensional que permite identificar de manera más rápida a los pacientes con riesgo de desarrollar úlceras por presión.

Hacer uso de la termografía otorga grandes ventajas ya que consiste en un procedimiento no invasivo, aporta rapidez en la medición y en la obtención de resultados. Además, es capaz de detectar qué zonas presentan riesgo de desarrollar úlceras por presión antes de que estas lesiones sean visibles. Estas ventajas convierten a este método en una herramienta adicional a los métodos convencionales que existen a día de hoy en la evaluación del riesgo de desarrollar estas heridas, como por ejemplo, la escala de Braden, la cual según el estudio analizado, demuestra que tiene menor capacidad para identificar a sujetos con riesgo inminente de desarrollar úlceras por presión.

Concluyen que esta técnica puede ayudar a identificar cambios en la temperatura de la piel que están asociados a procesos inflamatorios antes de que aparezcan signos visibles de úlceras por presión. Sin embargo, el estudio no les resultó lo suficientemente sólido como para confirmar que la termografía sea el método más preciso, y recomiendan seguir investigando para comparar zonas que estén expuestas y no expuestas a presión.

El artículo “Termografía infrarroja de la superficie de la piel en el pronóstico del resultado de la úlcera por presión” de **Oohashi et al.** (9) proporciona evidencia relevante sobre el empleo de la termografía infrarroja en la prevención de úlceras por presión, en concreto para la detección temprana de recidivas después la curación de una úlcera previa.

Se incluyeron a 30 participantes en el estudio con antecedentes de úlceras por presión cicatrizadas. Durante un periodo de seguimiento de seis semanas, se obtuvieron imágenes termográficas de forma semanal del área cicatrizada y la piel circundante, utilizando una cámara infrarroja que tiene un pequeño margen de error de $\pm 2^{\circ}\text{C}$, pero puede detectar diferencias muy pequeñas entre dos zonas con solo $0,1^{\circ}\text{C}$ de diferencia. En total, se analizaron 95 pares de imágenes, de las cuales 10 correspondieron a casos con recurrencia de estas lesiones y 81 a casos sin ella. Por ello, este número de análisis estadístico permitió a los autores concluir que la termografía puede ser útil para anticipar la recurrencia de estas lesiones. Por otro lado, los resultados muestran que en el 80 % de las imágenes con recurrencia, el área cicatrizada presentaba una temperatura más elevada que la piel circundante, mientras que en el 93,8 % de los casos sin recurrencia, la zona cicatrizada mostraba una temperatura más baja. (9)

La termografía, por tanto, detecta diferencias térmicas de la piel, las cuales muestran alteraciones en el flujo sanguíneo, la inflamación o la hipoxia tisular, situaciones que se vinculan a la posible aparición de las úlceras por presión. Este método de diagnóstico permite a los profesionales predecir la recurrencia de una úlcera antes de que se manifieste clínicamente. (9)

Los resultados del presente estudio explican que en las zonas previamente lesionadas se observaba un aumento de la temperatura en comparación con áreas cutáneas sanas. El incremento de temperatura indica que existe mayor probabilidad de que se produzca esa úlcera recurrente en esta región. Se destaca que las zonas con temperaturas elevadas son más propensas a desarrollar nuevas úlceras por presión. Por lo tanto, la termografía sirve como instrumento para el seguimiento en pacientes con antecedentes de úlceras, ya que no solo ayuda en la detección precoz, sino que también, ayuda a identificar en qué zonas hay un mayor riesgo de que vuelvan a aparecer. (9)

Con la termografía, al detectarse zonas con temperaturas elevadas, el personal sanitario puede emplear medidas preventivas como cambios de posición más frecuentes, la utilización de dispositivos para aliviar la presión o incluso el ajuste en los tratamientos tópicos y cuidados de la piel, lo que contribuye a disminuir la incidencia de úlceras y de este modo, mejorar la calidad de vida de los usuarios. (9)

Oohashi et al. (9) concluyen en que la termografía infrarroja no es solo una herramienta eficaz para detectar úlceras por presión en plena fase activa, sino que también es eficaz en la prevención secundaria. El aumento de la temperatura en las zonas que ya han cicatrizado es un signo que indica la vulnerabilidad de esa zona ante la posibilidad de que una úlcera se repita.

Cai et al. (10) evaluó mediante un estudio observacional la eficacia de la termografía infrarroja como método para la identificar de forma precoz la ocurrencia de úlceras por presión en pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos durante un periodo de tiempo de 10 días. Durante este tiempo, se realizaron valoraciones diarias utilizando la escala de Braden, una herramienta habitualmente empleada en el ámbito hospitalario para determinar el riesgo de desarrollar úlceras por presión, además se obtuvieron imágenes térmicas de la región sacra mediante una cámara termográfica con el objetivo de comparar la capacidad de ambas herramientas en la identificación precoz del riesgo de lesión.

Los resultados demostraron que la termografía infrarroja permite detectar signos tempranos de úlceras por presión hasta 48 horas antes de que la lesión se haga visible. Esta herramienta mostró una capacidad predictiva superior a la escala de Braden, con alta sensibilidad (85,37 %) y especificidad (89,89 %). Por tanto y según el estudio, termografía infrarroja resulta ser más precisa que la escala de Braden, método que todo el personal sanitario está acostumbrando a utilizar para la prevención de estas lesiones.

Cai et al. (10) mencionan que una temperatura inferior a $-0,1^{\circ}\text{C}$ en la región sacra se asocia con un mayor riesgo de desarrollar una lesión. En este estudio se pone de manifiesto la importancia de la termografía como una herramienta útil para detectar a tiempo la hipotermia localizada ($-0,1^{\circ}\text{C}$), signo que puede indicar problemas en la circulación sanguínea. Estas alteraciones suelen ser uno de los primeros indicios de isquemia, que se encuentra relacionado con la aparición de úlceras por presión. (10)

Considero importante diferenciar entre la termografía infrarroja y la escala de Braden. La segunda se fundamenta en criterios subjetivos, mientras que la termografía, como he señalado previamente, proporciona criterios objetivos y cuantificables, lo que la hace una herramienta más confiable para el seguimiento de pacientes en situación de riesgo. Aunque la escala de Braden puede verse restringida por el conocimiento del evaluador, la termografía identifica alteraciones fisiológicas reales en la superficie de la piel con una mayor precisión y especificidad. (10)

Por último, **Cai et al.** (10) destacan que la termografía infrarroja no solo complementa, sino que puede superar a herramientas tradicionales como la escala de Braden en la detección precoz

del riesgo de úlceras por presión. Esta técnica permite una evaluación objetiva de los cambios fisiológicos en la piel, lo que ayuda en un mejor diagnóstico y en la posibilidad de intervenir de forma temprana antes de que ocurra la lesión. El uso de esta tecnología tiene un impacto importante en la prevención de complicaciones y en la mejora de los resultados en los pacientes hospitalizados.

El estudio realizado por **Kanazawa et al.** (11) trata sobre el uso de la termografía infrarroja como herramienta para predecir el desarrollo de socavado en úlceras por presión. El socavado es una complicación que se da en las úlceras profundas y que retrasa la cicatrización de la herida. Según los autores, el socavado se define como: “la destrucción del tejido o la ulceración que se extiende bajo el borde de la piel, de modo que la base de la úlcera es más grande que la superficie cutánea”, lo que puede complicar el manejo de la lesión.

En el estudio se incluyeron 22 pacientes con úlceras de categoría III o IV quienes fueron seguidos durante un periodo de al menos dos semanas y se evaluó la utilidad de la termografía infrarroja para predecir el desarrollo de “undermining” (socavado) en las úlceras por presión mediante la medición de la temperatura en la piel circundante, el borde de la herida y el lecho de la herida.

Los autores observaron que una disminución de la temperatura en el borde de la herida se relaciona con el posterior desarrollo de socavado en las úlceras por presión. Se observó en pacientes con esta diferencia térmica que el 72,7% desarrollaron socavado, frente al 18,2% en los que no se observó esta complicación.

Una disminución de la temperatura en el borde de la herida está asociada con una circulación sanguínea insuficiente lo que podría indicar la presencia de tejido necrótico y a su vez favorecer el desarrollo de complicaciones como el socavado. La presencia de tejido necrótico no solo dificulta la cicatrización y la regeneración epitelial, sino que también convierte la zona en un foco de infecciones. Los autores destacan la importancia de identificar de forma rápida estas áreas para realizar procedimientos como el desbridamiento que podría mejorar el proceso de curación y prevenir complicaciones como el socavado.

A lo largo del artículo, los autores argumentan que otras tecnologías como la resonancia magnética y la tomografía computarizada, no siempre son accesibles y que, aunque la ultrasonografía también se utiliza para detectar áreas socavadas, los resultados dependen de la experiencia del técnico, lo que limita su efectividad. Por lo tanto, la termografía infrarroja sirve como una alternativa por su capacidad para medir la temperatura de la piel de forma rápida,

sencilla y en tiempo real, lo que la convierte en una herramienta ideal para evaluar la circulación y el riesgo de deterioro en las úlceras por presión.

El estudio concluye que la termografía infrarroja no solo ayuda a predecir la formación de socavado en las úlceras por presión, sino que también representa una herramienta muy útil para mejorar el manejo y el tratamiento de estas heridas. Su puesta en marcha en la práctica clínica podría contribuir en la detección más temprana de áreas de riesgo, lo que permitiría intervenciones más oportunas y habría una mejoría de los resultados en la cicatrización de las úlceras por presión.

El estudio de **Cox et al.** (12) ofrece una estrategia más enfocada en la identificación precoz de zonas en riesgo de necrosis, lo que indirectamente ayuda a prevenir la progresión a úlceras por presión más graves. Es decir, la prevención se da en un estadio temprano de la herida, antes de que la lesión se convierta en una úlcera por presión avanzada.

En su estudio prospectivo observacional que llevaron a cabo verificó que la temperatura de la piel evaluada mediante el uso de la termografía infrarroja puede anticipar la progresión de áreas decoloradas hacia la necrosis.

Los autores destacan que la termografía infrarroja resulta una herramienta útil para la detección temprana de áreas en riesgo de sufrir necrosis, lo que permite que se realicen intervenciones más rápidas y efectivas para la prevención de úlceras por presión.

Los resultados del estudio demuestran que las áreas de piel descoloridas que presentaban una temperatura más baja en el centro en comparación con la piel circundante mostraban una mayor probabilidad de desarrollar necrosis en un plazo de siete días. Según los autores, esta disminución de la temperatura de la piel indica un deterioro de la circulación sanguínea en la zona afectada, lo que provoca una reducción en el aporte de oxígeno y nutrientes a los tejidos, favoreciendo la progresión de la lesión hacia necrosis. De esta forma, una temperatura baja en el área central de la lesión puede ser un indicador precoz de que el tejido está sufriendo daños irreversibles. Además, **Cox et al.** (12) indican que la ausencia de relleno capilar, es decir, una disminución del flujo sanguíneo en las zonas afectadas se asocia también con un mayor riesgo de necrosis, pero en este caso, a los catorce días.

En base a estos resultados, los autores reflejan en su estudio, que la termografía infrarroja tiene el potencial de ser una herramienta eficaz y no invasiva para la predicción temprana de necrosis en pacientes, propensos por las condiciones a sufrir úlceras por presión. Este tipo de herramienta podría facilitar la identificación de áreas de riesgo antes de que se desarrollen

úlceras por presión graves y con difícil tratamiento, permitiendo así la implementación de medidas preventivas.

Sin embargo, **Cox et al.** (12) también señalan que, aunque los resultados son prometedores, la aplicación de la termografía infrarroja en la práctica clínica se ve limitada por algunos factores, tales como el costo vinculado a esta tecnología y la necesidad de formar de forma correcta al personal sanitario para que sean capaces de interpretar correctamente los resultados. A pesar de estos inconvenientes esta herramienta puede ser un complemento útil en la prevención y el manejo de úlceras por presión, especialmente en entornos donde los pacientes están en alto riesgo de desarrollar estas lesiones.

7. Discusión

Los artículos mencionados anteriormente se centran en el uso de la termografía infrarroja para predecir, detectar y hacer un seguimiento el riesgo de úlceras por presión y las complicaciones que estas conllevan. En comparación con otras tecnologías, como la ecografía o la medición de humedad subepidérmica, la termografía se destaca por ser no invasiva, rápida y sencilla de aplicar en entornos clínicos. Mientras que algunos estudios examinan la precisión de esta herramienta en comparación con otros instrumentos, otros estudios se centran en su capacidad para predecir la recurrencia de las úlceras por presión o el desarrollo de complicaciones como la necrosis. En general, todos coinciden en que la termografía infrarroja es útil para la detección temprana de cambios térmicos asociados a la aparición de este tipo de heridas.

Al incorporar la termografía en las prácticas clínicas, los profesionales de la salud podrían intervenir de manera más rápida y eficaz, acto que no solo facilita el manejo de las úlceras por presión, sino que también contribuye a reducir el sufrimiento de los pacientes y a mejorar su calidad de vida. Sin embargo, se presentan varias limitaciones que afectan a la validez de los resultados. En primer lugar, se observa un pequeño número de participantes, lo que hace que los resultados no puedan aplicarse de manera general a todos los usuarios. Por otra parte, existe una falta de estandarización en los dispositivos ya que los aparatos utilizados para medir la temperatura en los estudios no son siempre los mismos lo que puede causar que los resultados varíen de un estudio a otro. Otro aspecto a considerar es que el seguimiento de estos pacientes se realizó a corto plazo, lo que impide evaluar la eficacia de esta técnica a largo plazo. Es por esto por lo que la evidencia disponible sigue siendo limitada, lo que demuestra la necesidad de

realizar más estudios para validar su efectividad y poder implementarla como una herramienta más en el ámbito sanitario.

Otro aspecto relevante observado en este estudio es que cuando se observa mediante el uso de la termografía un aumento de la temperatura en la piel perilesional en comparación con la piel sana puede estar relacionado con procesos inflamatorios, ya que cuando hay un daño en los tejidos, el organismo reacciona aumentando el flujo de sangre en esa área llevando más oxígeno para proteger y reparar el tejido dañado. Ese aumento de flujo sanguíneo eleva la temperatura de la piel, y mediante la termografía se puede detectar para actuar y prevenir las complicaciones. Por el contrario, una disminución de la temperatura en la piel puede indicar isquemia, que ocurre cuando los vasos sanguíneos se comprimen debido a una presión mantenida en una zona del cuerpo, lo que reduce el flujo sanguíneo lo que es indicativo de daño tisular, que podría predecir la aparición de una úlcera por presión.

Por último, diversos estudios comparan el uso de la termografía infrarroja con herramientas tradicionales de valoración del riesgo, como la escala de Braden, y ponen de manifiesto que la termografía ofrece ventajas significativas. Mientras que la escala de Braden se basa en factores subjetivos como la movilidad, la nutrición o la humedad, la termografía permite detectar de forma objetiva y no invasiva cambios térmicos en la piel que preceden a la aparición de lesiones visibles. Esta capacidad de anticipación la convierte en una herramienta más precisa para identificar áreas en riesgo. Por tanto, la termografía no solo complementa las escalas tradicionales, sino que en muchos casos puede superarlas en sensibilidad y especificidad para la detección precoz de úlceras por presión. Resultaría de gran importancia poder combinar ambas metodologías, ya que se podría integrar el juicio clínico de los profesionales con datos fisiológicos concretos.

8. Conclusión

La termografía infrarroja ha demostrado ser una herramienta eficaz en la detección precoz de úlceras por presión, ya que ayuda a identificar cambios térmicos en la piel antes de que se desarrollen lesiones visibles. Esta tecnología detecta zonas con inflamación o con isquemia, lo que permite a los profesionales sanitarios actuar con antelación, ofreciendo cuidados más efectivos.

Un aumento de temperatura sugiere inflamación, y una disminución indica posible isquemia o daño tisular. Estas alteraciones no se aprecian a simple vista, por lo que la termografía ayuda a detectar zonas con posible riesgo antes de que se produzca daño cutáneo, mejorando la calidad

asistencial. Su uso facilita intervenir de forma temprana, previene complicaciones y reduce tanto el malestar del paciente como los gastos que conlleva un tratamiento prolongado.

Comparada con la escala de Braden, método tradicional basado en criterios subjetivos, la termografía aporta datos fisiológicos objetivos y una mayor precisión. Por ello, combinar ambas herramientas mejoraría la evaluación del riesgo de úlceras. No obstante, diversos estudios concluyen que la termografía es más fiable y precisa, lo que refuerza la importancia de incorporarla en la práctica diaria.

9. Bibliografía

(1) Avilés-García Ángela, López-Casanova Pablo, Segura-Jordá Gloria, Verdú-Soriano José, Berenguer-Pérez Miriam. Termografía infrarroja como método de diagnóstico en quemaduras: una revisión exploratoria de la literatura. Gerokomos [Internet]. 2024 [citado 2025 Mayo 10] ; 35(1): 62-66. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2024000100011&lng=es.

(2).Ramirez-GarciaLuna JL, Bartlett R, Arriaga-Caballero JE, Fraser RDJ, Saiko G. Infrared Thermography in Wound Care, Surgery, and Sports Medicine: A Review. Front Physiol 2022 March 03;13:838528.

(3).Lin L, Zhuang D, Guo H, Zheng M, Zhu Q, Xu Y, et al. Application of infrared thermography for predicting pressure injury healing: A prospective study. J Tissue Viability 2025 January 09;34(2):100857.

(4). Blanco PS, Zenteno Peyran P. Termografía infrarroja en la identificación de riesgos asociados a lesiones musculares en deportistas [tesis de grado en Internet]. Rosario (AR): Universidad del Gran Rosario; 2024 [citado 2025 mayo 10]. Disponible en: <https://rid.ugr.edu.ar/handle/20.500.14125/1124>

(5). Castiblanco Montañez RA, Lancheros Umbarila DS, Trespalacio Rozo JL, Bonilla Pinzón LC, Leal Tuta MF, Moreno Ramirez V. Cuidados de enfermería para prevenir las úlceras por presión durante la estancia hospitalaria. Repert. Med. Cir. [Internet]. 2024 Jun. 7 [cited 2025 May 10];33(2):124-35. Disponible en: <https://revistas.fucsalud.edu.co/index.php/repertorio/article/view/1311>

(6).Baron MV, Hernandes Martins PR, Brandenburg C, Koepp J, Reinheimer IC, Dos Santos AC, et al. Accuracy of Thermographic Imaging in the Early Detection of Pressure Injury: A Systematic Review. *Adv Skin Wound Care* 2023 March 01;36(3):158–167.

(7). Tesis Doctorales Online. Método PRISMA: qué es y cómo usarlo en una revisión sistemática [Internet]. Tesisdoctoralesonline.com; [citado 2025 May 10]. Disponible en: <https://tesisdoctoralesonline.com/metodo-prisma-que-es-y-como-usarlo-en-una-revision-sistemica/>

(8).Oliveira AL, Moore Z, O Connor T, Patton D. Accuracy of ultrasound, thermography and subepidermal moisture in predicting pressure ulcers: a systematic review. *J Wound Care* 2017 May 02;26(5):199–215.

(9).Oohashi F, Ogai K, Takahashi N, Arisandi D, Urai T, Sugama J, et al. Increased temperature at the healed area detected by thermography predicts recurrent pressure ulcers. *Wound Repair Regen* 2022 March 01;30(2):190–197.

(10). Cai F, Jiang X, Hou X, Wang D, Wang Y, Deng H, et al. Application of infrared thermography in the early warning of pressure injury: A prospective observational study. *J Clin Nurs* 2021 February 01;30(3-4):559–571.

(11). Kanazawa T, Kitamura A, Nakagami G, Goto T, Miyagaki T, Hayashi A, et al. Lower temperature at the wound edge detected by thermography predicts undermining development in pressure ulcers: a pilot study. *Int Wound J* 2016 August 01;13(4):454–460.

(12).Cox J, Kaes L, Martinez M, Moles D. A Prospective, Observational Study to Assess the Use of Thermography to Predict Progression of Discolored Intact Skin to Necrosis Among Patients in Skilled Nursing Facilities. *Ostomy Wound Manage* 2016 October 01;62(10):14–33.

Anexo 1. Tesauros

DeCS	MESH	Definición
Termografía	Thermography	Imágenes de las temperaturas en un material, o en el cuerpo o un órgano. Las imágenes se basan en la auto-emanación de radiación infrarroja (RAYOS INFRARROJOS), o en

		cambios en las propiedades del material o tejido que varían con la temperatura, como la ELASTICIDAD; CAMPO MAGNÉTICO; o LUMINISCENCIA.
Úlcera por presión	Pressure Ulcer	Úlcera producida por presión prolongada sobre la PIEL y TEJIDOS cuando se permanece en una posición durante un período prolongado, como cuando se está en cama. Las áreas óseas del cuerpo son las más frecuentemente afectadas, volviéndose isquémicas (ISQUEMIA) por la presión sostenida y constante.