

# LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA COMO TÉCNICA DE VISUALIZACIÓN DE PATOLOGÍAS MUSCULARES LEVES

Soto-Lara, Francisco-J.; Marín-Granados, Manuel-Damián

## Abstract

La termografía infrarroja viene siendo una tecnología utilizada en el entorno clínico desde hace tiempo y que gana aplicaciones y extensión en este sector dado los avances técnicos de las cámaras y el aumento de la facilidad de adquirir un equipo.

En este aumento de la utilización clínica de esta tecnología tiene gran utilidad la aplicación de dicha técnica a la visualización de patologías musculoesqueléticas leves dada su gran capacidad de formar imágenes cada día más nítidas y exhaustivas gracias a la radiación infrarroja emitida, en este caso, por los pacientes y que los equipos de hoy día permiten formar llegando a poder asignar dos píxeles de distinto color a temperaturas que difieren entre sí 0,01 °C.

Es en este caso la capacidad gráfica de transformar la emisión de radiación infrarroja de cualquier cuerpo en una imagen y los distintos patrones gráficos que se pueden apreciar, lo que permite que una magnitud como la temperatura aporte información con gradientes tan pequeños.

Como ejemplo, del que se expondrá un caso concreto en este artículo, valga la utilidad frente a lesiones cervicales leves producidas por accidentes de tráfico a baja velocidad que son difícilmente objetivables y valorables con otras técnicas.

**Keywords:** Termografía, salud, muscular, patología, infrarrojo

## 1 Introduction

Como es sabido, el calor se transmite mediante conducción (en el interior de los sólidos), convección (en el interior de los fluidos) y radiación, que se produce desde la superficie de los cuerpos principalmente en las longitudes de onda visible e infrarrojo, siendo además los tipos de onda principalmente capaces de transmitir calor.

El espectro del infrarrojo se viene estudiando desde el siglo XIX y en no mucho tiempo el propio hijo de Herschel (el primer científico que identificó esta radiación) era ya capaz de medir temperaturas a distancia realizando la primera “imagen de calor” [1]. Posteriormente, otro punto de inflexión respecto al conocimiento y uso de la radiación infrarroja ocurre con la Ley de Stefan-Boltzmann (1) que es capaz de relacionar la potencia emisiva radiante superficial con la temperatura mediante una ecuación que inicialmente caracterizaba la emisión de un cuerpo negro pero que con una pequeña corrección llamada emisividad (la capacidad de emitir radiación de una superficie) nos da una relación exacta entre la potencia emisiva radiante superficial de un cuerpo real y su temperatura superficial:

$$W = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T_e^4 \quad (1)$$

Donde  $\varepsilon$  es la emisividad, valor entre 0 y 1;  $\sigma$  es la constante de Stefan-Boltzmann y  $T_e$  es la temperatura de la superficie del objeto observado.

Con una evolución técnica y científica continua, ya en los años 70 del s. XX se realizaban inspecciones termográficas con equipos que se podían transportar en una furgoneta y ya se había utilizado para la salud, llegando a ser aprobada por la FDA en 1982 esta técnica para la detección temprana de cáncer de mama. Como se puede ver en su web posteriormente reconoce tal aprobación aunque matiza su uso como prueba complementaria y no independiente (y con razón en opinión de este autor) [2].

Junto al desarrollo de la aplicación de la termografía a la salud, los diferentes estudios han permitido elaborar incluso protocolos o guías tanto para la aclimatación del paciente como para las condiciones del entorno permitiendo así que los estudios sean reproducibles y fiables, llegando incluso a definir características del equipo a emplear para obtener resultados con valor clínico suficiente [3].

Las guías citadas coinciden en limitar las influencias externas como corrientes de aire o variación de temperatura ambiente, incluso la influencia de la ropa, ya que el trabajar con radiación infrarroja estamos visualizando la emisión de la superficie de la piel. Igualmente recomiendan los equipos a utilizar, sugiriendo como resolución recomendada 320x240 píxeles.

Con esta resolución la mayoría de fabricantes de cámaras térmicas ofrecen un NEDT de 50 mK a 30 °C de temperatura ambiente, o lo que es lo mismo, estas cámaras pueden ofrecer una imagen dando dos píxeles con colores distintos en una diferencia de temperatura de 0,05K, dato que con resoluciones mayores aun disminuye más.

Cumpliendo con todo lo necesario y gracias al avance tecnológico de las cámaras y las mejoras de la resolución, cumpliendo con las guías comentadas se pueden obtener imágenes como la que sigue:

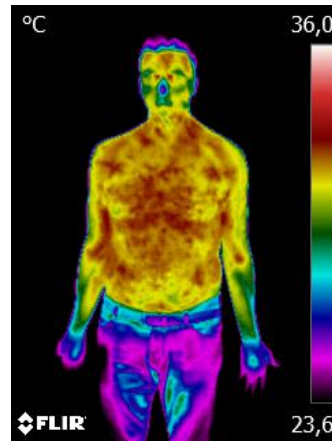


Fig.1 Imagen térmica de un paciente. Fuente: Archivos del autor

Y es aquí donde el trabajo de análisis del termógrafo comienza, siendo una cuestión tanto de análisis de patrones gráficos como de medidas de temperaturas.

Actualmente las bases y parámetros de contorno de estos análisis están bien definidas ya que se ha comprobado que un cuerpo sano es térmicamente simétrico, gracias entre otros, al gran avance y extensión del uso de la termografía para la prevención de lesiones deportivas. [4]

Igualmente la simetría térmica mencionada hace que los patrones gráficos adoptados por la distribución del calor en la piel y que no tengan uno igual y simétrico en el lado opuesto del paciente (siempre en grupos musculares o sistemas musculoesqueléticos similares) supongan una región objetivo estudio como posible zona relacionada con una patología, dado que los patrones generales estándar también se conocen y se pueden comparar con cualquier caso que se estudie como puede ser, por ejemplo, el caso de la espalda [5]. Esta parte es la que se conoce como termografía cualitativa.

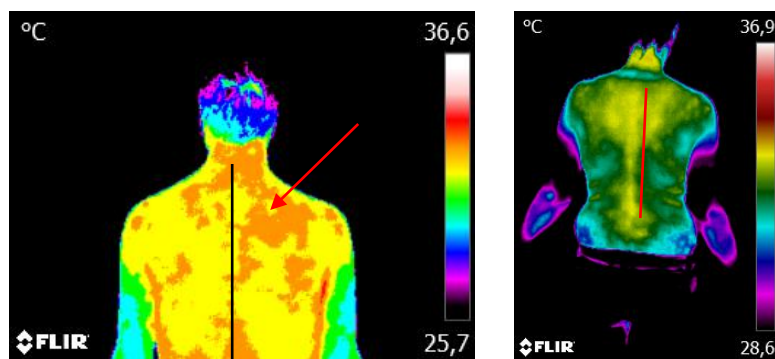


Fig.2 y 3: A la izquierda asimetría térmica en zona de trapecio alto. En la imagen de la derecha existen otras patologías en otras zonas pero el trapecio alto está sano y simétrico térmicamente. Fuente: Archivos del autor

En general, todo procedimiento de trabajo con termografía se propone siempre localizando anomalías térmicas (cualitativas) bien por patrones distintos de los que debe haber o bien por comparación con simétricos o con referencias sin patologías ya sea en el entorno clínico como en el industrial, edificación, etc.

Es la valoración de la anomalía lo que sí que requiere ya de la medición de la temperatura aun comparando la obtenida con la que debería haber o la que tiene el patrón de referencia o la zona simétrica sin patología. Esto es la termografía cuantitativa.

En este artículo realizaremos el estudio de un caso de un paciente que tuvo un accidente de tráfico produciéndole daños en distintas partes del cuerpo en las que otras pruebas de mayor “penetración” no pudieron obtener evidencias claras, mientras que la alta sensibilidad de la termografía permitió localizar y manifestar de forma gráfica la existencia de tales patologías coincidentes con la sintomatología que refería el paciente.

## 2 Materiales y métodos

Para el caso de estudio se dispone de una sala sin ventanas al exterior y con clima controlado mediante sistema de aire acondicionado el cual funciona previamente al comienzo del estudio para que la sala esté a una temperatura de entre 21 y 23 °C.

La cámara a utilizar es una Flir T-335 de 320x240 píxeles de resolución y con un NEDT de 50 mK a 30°C.

Como software de análisis se utiliza el software Tool+ (versión 6.4.18039.1003) y se mide la temperatura y humedad ambiente con el termo-higrómetro Extech MO297 garantizando que durante la toma de imágenes la temperatura ambiente no cambia sensiblemente.

El paciente ha sido previamente advertido de que no debe tomar analgésicos ni antiinflamatorios al menos en las 24h antes del estudio, debe ducharse, si lo desea, al menos 2 horas antes de la prueba y la última comida debe hacerse más de 4 horas antes.

Siguiendo las guías para este tipo de estudios, se pide al paciente que no reciba terapias 24h antes de la prueba y que no tome el sol ni se rasure las zonas a observar en ese intervalo de tiempo.

Según se sabe, para hacer un estudio termográfico clínico el paciente debe estar sin ropa en la zona de interés al menos durante diez minutos [6] lo que se aprovecha para realizar una anamnesis y obtener datos de los síntomas así como de cualquier patología que pudiera influir en las imágenes térmicas y entorpecer el estudio.

Los datos obtenidos son:

- Paciente: hombre de 48 años de edad que no realiza práctica habitual de deporte ni manifiesta enfermedades musculoesqueléticas de interés antes del motivo del estudio.
- Caso: atropello por vehículo mientras cruzaba por paso de cebra.
- Sintomatología tras el accidente: dolor cervical, dorsal y lumbar

Se toman posteriormente imágenes térmicas del tren superior anterior y posterior e incluso de ambos laterales para comparar los patrones gráficos obtenidos.

Obtenidas las imágenes se introducen en el software Tools+ cambiando las paletas de colores disponibles por una que permita una mejor apreciación de posibles asimetrías o diferencias respecto a un patrón sano. Se elige la “RAIN.PAL” que al tener pocos colores permite ofrecer un mayor contraste a alteraciones presumiblemente leves a priori.

Elegida la paleta se realiza un “ajuste térmico” o distribución de los colores de la paleta en temperaturas que permitan ver patrones térmicos acorde a lo expuesto.

### 3.- Resultados y discusión

Tras los ajustes comentados se obtienen imágenes que verifican la existencia de patrones térmicos distintos de los estándar en las zonas cervical, dorsal y lumbar como se aprecia en las imágenes que siguen:

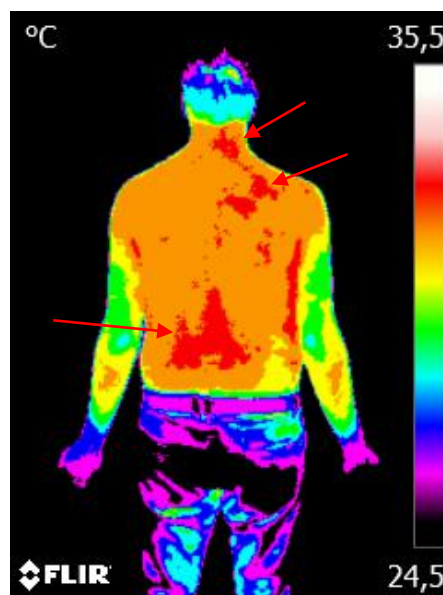
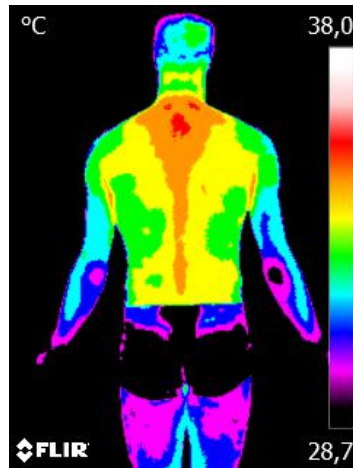


Fig.4: Imagen de la espalda del paciente estudiado con marcas indicando las anomalías térmicas detectadas

Como se puede apreciar existe una asimetría respecto al eje de la columna vertebral tanto en la zona cervical como en la dorsal. El patrón de la zona lumbar presenta una menor falta de simetría pero se aleja bastante del patrón térmico normal de una espalda sana, cuya imagen se muestra:



**Fig. 5:** imagen de una espalda sana utilizada como referencia en el software de análisis de riesgo de lesión en el deporte “Thermohuman” [7]

La medición de temperaturas entre asimetrías térmicas reflejan una diferencia mayor de  $0,5^{\circ}\text{C}$  lo que verifica que es una patología de carácter leve.

Lo visto hasta aquí coincide con lo expuesto por el sujeto estudiado y está dentro de los parámetros y resultados que los estudios y avances en termografía aplicada a la salud vienen demostrando.

El procedimiento de análisis de además similar al utilizado para determinar otros tipos de problemas en otros sectores para los que la termografía también es útil.

Y en todo caso pasan por un primer reconocimiento del análisis gráfico de las imágenes para objetivar la existencia de anomalías térmicas (análisis cualitativo) para posteriormente pasar a la verificación de la gravedad de la patología comparando con temperaturas de zonas con un comportamiento dentro de lo previsto o con otros sujetos cuyo estado es correcto.

#### 4.- Conclusión

La termografía infrarroja es una tecnología que permita plasmar gráficamente y con una altísima calidad y precisión la emisión de infrarrojos de cualquier objeto (o persona) que esté a mayor temperatura de  $0\text{K}$ .

Esto permite obtener datos de patologías que, si bien resultan de gran importancia para la salud, las técnicas más conocidas de la ciencia médica tienen una mayor penetración y por tanto tienen mayor dificultad para proporcionar datos objetivos y claros sobre estas patologías musculares cuyas manifestaciones suelen ser muy leves y por tanto difícilmente objetivables con otras técnicas.

Es por tanto la termografía infrarroja una herramienta de gran interés para la objetivación de patologías musculares leves.

Prueba de ello y de la utilidad de la termografía en multitud de aplicaciones es el esfuerzo del Departamento de Expresión Gráfica de la EII de la Universidad de Málaga en introducir esta tecnología entre sus instrumentos para la investigación y la docencia habiendo ya realizado varias actividades formativas sobre esta tecnología y también varios trabajos fin de grado permitiendo conferir a muchos alumnos capacidades extra a las ya adquiridas en sus estudios.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la colaboración de la Universidad de Málaga y en especial al Departamento de Expresión Gráfica en la Ingeniería cuyo soporte y ánimo para participar en la redacción de documentos científicos resulta muy alentadora.

## Referencias

- F. Systems, «flir-t6xx-series-user-manual,» 5 Febrero 2019. [En línea].  
1] Available: <https://www.flir.com/globalassets/imported-assets/document/flir-t6xx-series-user-manual.pdf>.
- U.S. Food and Drug Administration, «U.S. Food and Drug Administration,»  
2] U.S. Food and Drug Administration, 20 2 2018. [En línea]. Available: <https://www.fda.gov/ForConsumers/ConsumerUpdates/ConsumerUpdatesEnEspañol/ucm326948.htm>. [Último acceso: 5 3 2019].
- A. A. o. Thermology, «GUIDELINES FOR NEURO-MUSCULOSKELETAL  
3] INFRARED MEDICAL THERMOGRAPHY AND SYMPATHETIC SKIN RESPONSE (SSR) STUDIES,» American Academy of Thermology, 2018. [En línea]. Available: <https://aathermology.org/organization-2/guidelines/guidelines-for-neuro-musculoskeletal-thermography/>. [Último acceso: 5 marzo 2019].
- C. Hildebrandt, K. Zeilberger, E. F. J. Ring y C. Raschner, «The Application of  
4] Medical Infrared Thermography in Sports Medicine,» de *An International Perspective on Topics in Sports Medicine and Sports Injury*, Online, InTech, 2012, p. 534.
- E. M. Sánchez, «LA TERMOGRAFÍA POR INFRARROJO EN EL  
5] TRAUMATISMO MENOR DE COLUMNA CERVICAL,» de *XI Jornadas de Valoración del Daño Corporal : aspectos médico-prácticos*, Madrid,

FUNDACION MAPFRE, Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente, D.L., 2015, p. 457.

J. C. Bouzas Marins, D. Gomes Moreira, S. Piñonosa Cano, M. Sillero  
6] Quintana, D. Dias Soares, A. de Andrade Fernandes, F. Sousa da Silva, C. M. Amaral Costa y P. R. dos Santos Amorim, «Time required to stabilize thermographic images at rest,» *Infrared Physics & Technology*, nº 65, pp. 30-35, 2014.

Thermohuman, «Thermohuman,» Thermohuman, [En línea]. Available:  
7] <http://www.thermohuman.com/es/>. [Último acceso: 8 Marzo 2019].