

## **ESTUDIO DE LA SIMETRÍA TÉRMICA DURANTE LA CARRERA**

Marina Gil-Calvo, Jose Ignacio Priego, Ángel Gabriel Lucas-Cuevas,  
Jose Vicente Giménez, Inmaculada Aparicio y Pedro Pérez-Soriano

G.I.B.D., Dpto. de Educación Física y Deportiva. Universidad de Valencia, España.

Correspondencia: marina211090@gmail.com

---

### INTRODUCCIÓN

La termografía infrarroja es una técnica no invasiva con gran utilidad en el diagnóstico lesiones cutáneas, óseas, musculares y ligamentosas (Bandeira, Moura, Souza, Nohama, & Neves, 2012). Este diagnóstico consiste principalmente en el estudio de la simetría térmica del cuerpo humano (Hildebrandt, Raschner, & Ammer, 2010), ya que se ha observado que asimetrías superiores a los 0.7°C indican disfunciones anatómicas o fisiológicas (Nowakowski, 2006; Vainionpaa et al., 2012). Sin embargo, aún no se han desarrollado los suficientes estudios para comprender cómo se comporta térmicamente el ser humano con el ejercicio físico. Debido a esto, el objetivo principal del presente estudio fue analizar las posibles asimetrías térmicas en las extremidades inferiores antes y después de la carrera.

### MÉTODO

#### *Participantes*

26 corredores: 18 hombres y 8 mujeres (edad [28.6 ± 4.3 años], masa corporal [66.3 ± 14.7 kg], altura [169.5 ± 7.4 cm], y kilometraje semanal de carrera [36.6 ± 14.7 km/semana]) participaron en el estudio.

#### *Procedimiento*

Los corredores realizaron un pre-test para determinar la velocidad aeróbica máxima (VAM) mediante un test de velocidad máxima durante 5 minutos (García-Pérez, Pérez-Soriano, Llana, Martínez-Nova, & Sánchez-Zuriaga, 2013) con el objetivo de individualizar la velocidad de la prueba principal.

Las pruebas principales consistieron en 34 minutos de carrera en treadmill, los cuales se dividieron en 10 minutos de calentamiento "at libidum", a una velocidad confortable, 20 minutos al 75% de la VAM, y 4 minutos de vuelta a la calma activa, siendo 3 minutos al 60% de la VAM y 1 minuto andando.

Fueron tomadas imágenes termográficas de los miembros inferiores en 3 momentos diferentes de la prueba principal: 1) pre ejercicio, tras 10 minutos de aclimatación, 2) post ejercicio, nada más terminar la carrera y 3) 10' post

---

ejercicio, tras 10 minutos de estar en bipedestación después de la carrera. La cámara termográfica (FLIR E60, FLIR, Luxemburgstraat, Bélgica) fue colocada con el objetivo perpendicular al suelo y a 1 metro de distancia del corredor. Las imágenes termográficas fueron tomadas con las piernas del corredor descubiertas, con un panel negro mate antirreflectante detrás, con ausencia de luz solar y eléctrica, sin equipos electrónicos cerca que perturbasen la medida y únicamente con el evaluador y el corredor en la zona de la toma. La humedad relativa, la temperatura ambiente y la temperatura reflejada fueron introducidas en los parámetros de la cámara antes de cada medición.

Mediante un software termográfico (Thermacam researcher 2.10 pro, FLIR, Suecia) se obtuvieron las temperaturas medias de 12 regiones de interés de las extremidades inferiores: 1- Vasto lateral, 2- Recto femoral, 3- Abductor, 4- Vasto medial, 5- Rodilla, 6- Tibial, 7- Tobillo anterior, 8- Biceps femoral, 9- Semitendinoso, 10- Poplíteo, 11- Gemelos, 12- Tendón de aquiles.

Fueron realizadas regresiones lineales y un ANOVA de medidas repetidas para analizar la simetría térmica entre ambas piernas en cada uno de los momentos de medición y en cada una de las regiones de interés (SPSS v.21, SPSS Statistics, IBM).

#### RESULTADOS

La VAM obtenida en el pre-test fue de  $4.4 \pm 0.5$  km/h. Las temperaturas de ambas piernas mantuvieron una alta correlación en los 3 momentos de la prueba ( $r > 0.96$  y  $p < 0.01$ ). Al analizar cada una de las regiones, se observa que el tobillo y el aquiles obtuvieron un descenso en la simetría mayor que las otras regiones tras el ejercicio (tobillo:  $r = 0.91$ , aquiles  $r = 0.86$ ) y 10 minutos tras el ejercicio ( $r = 0.87$  en ambas regiones). El resto de regiones presentan correlaciones constantes y altas en los tres momentos de la prueba ( $r > 0.92$  y  $p < 0.01$ ). El ANOVA de medidas repetidas corrobora que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las temperaturas de ambas piernas en ninguna de las regiones y momentos ( $p > 0.3$ ).

#### DISCUSIÓN

Vardasca et al (2012) sugirieron que en individuos sanos la diferencia entre el lado izquierdo y el derecho es de aproximadamente  $0.4 \pm 0.3$  °C. El presente estudio muestra que la carrera no incrementa la asimetría térmica. Esto además es completamente lógico al ser un ejercicio simétrico.

Tobillo y tendón de aquiles experimentaron un ligero descenso de la simetría térmica, aunque manteniendo una correlación alta. El tobillo y el aquiles son regiones que por la mecánica, impacto y cinética del movimiento generan una gran cantidad de calor (Novacheck, 1998). Además, está cantidad

de calor no consiguen disiparla tan rápidamente como otras regiones al tener una menor capacidad de sudoración (Smith y Havenith, 2011). Esto plantea la posibilidad de que el ligero descenso de la simetría térmica en dichas zonas se deba a una diferencia cinética de ambos lados. Debido a esto, futuros estudios deberían evaluar si se produce una asimetría térmica en deportistas que tengan una técnica de carrera asimétrica. A partir de los resultados obtenidos se podría establecer como hipótesis que dichas asimetrías térmicas serían localizadas en mayor medida en el tobillo y en el aquiles. Si esto fuese así, los datos termográficos obtenidos en las evaluaciones clínicas post-ejercicio que realizan habitualmente algunos grupos deportivos podrían servir como herramienta para predecir técnicas de carrera erróneas. Sin embargo, es posible que la cámara no pueda cumplir esta función y los resultados térmicos se deban únicamente a procesos de termorregulación (Formenti et al., 2013; Merla, Mattei, Di Donato, & Romani, 2010).

En conclusión, la carrera no modifica la simetría térmica de las extremidades inferiores, y únicamente se ve ligeramente reducida en tobillo y aquiles, pudiendo ser debido a diferencias en la cinética de ambos lados.

#### REFERENCIAS

- Bandeira, F., Moura, M. A. M. de, Souza, M. A. de, Nohama, P., & Neves, E. B. (2012). Can thermography aid in the diagnosis of muscle injuries in soccer athletes? *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 18(4), 246–251.
- Formenti, D., Ludwig, N., Gargano, M., Gondola, M., Dellerma, N., Caumo, A., & Alberti, G. (2013). Thermal Imaging of Exercise-Associated Skin Temperature Changes in Trained and Untrained Female Subjects. *Annals of Biomedical Engineering*, 1–9.
- García-Pérez, J. A., Pérez-Soriano, P., Llana, S., Martínez-Nova, A., & Sánchez-Zuriaga, D. (2013). Effect of overground vs treadmill running on plantar pressure: Influence of fatigue. *Gait & Posture*, 38(4), 929–933. doi:10.1016/j.gaitpost.2013.04.026
- Hildebrandt, C., Raschner, C., & Ammer, K. (2010). An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors*, 10(5), 4700–4715.
- Merla, A., Mattei, P. A., Di Donato, L., & Romani, G. L. (2010). Thermal imaging of cutaneous temperature modifications in runners during graded exercise. *Annals of Biomedical Engineering*, 38(1), 158–163. doi:10.1007/s10439-009-9809-8
- Novacheck, T. F. (1998). The biomechanics of running. *Gait & Posture*, 7(1), 77–95. doi:10.1016/S0966-6362(97)00038-6

- Nowakowski, A. Z. (2006). Advances of Quantitative IR-Thermal Imaging in Medical Diagnostics. *Brain, 10*, 3.
- Smith, C. J., & Havenith, G. (2011). Sweat mapping in humans and applications for clothing design. Retrieved from <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/handle/2134/9039>
- Vainionpaa, M., Tienhaara, E.-P., Raekallio, M., Junnila, J., Snellman, M., & Vainio, O. (2012). Thermographic Imaging of the Superficial Temperature in Racing Greyhounds before and after the Race. *The Scientific World Journal, 2012*. doi:10.1100/2012/182749