

# Efectos de los soportes plantares sobre la termorregulación de las plantas de los pies durante la carrera

*Premio SIBB 2015*

M. GIL-CALVO<sup>1</sup>, J.I. PRIEGO QUESADA<sup>1,2</sup>, A.G. LUCAS-CUEVAS<sup>1</sup>, I. JIMÉNEZ-PÉREZ<sup>1</sup>, I. APARICIO<sup>1,3</sup>  
J.V. GIMÉNEZ<sup>1</sup>, C. MACIÁN-ROMERO<sup>4</sup>, S. LLANA-BELLOCH<sup>1</sup>, P. PÉREZ-SORIANO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>GIBD, Departamento de Educación Física y Deportiva, Universitat de València

<sup>2</sup>Unidad de Biofísica y Física Médica, Departamento de Fisiología, Universitat de València <sup>3</sup>AITEX, Instituto Tecnológico y Textil de Alcoy

<sup>4</sup>Clínica Podológica Universitat de València

## Resumen

Existe una gran controversia acerca de si el uso de soportes plantares puede reducir el riesgo de padecer lesiones por sobreuso en corredores. Se ha observado una relación entre las cargas plantares y la temperatura superficial de los pies, por lo que el tipo de soporte plantar podría afectar a la temperatura de la planta del pie. El objetivo del estudio fue, analizar los efectos de los soportes plantares en la temperatura superficial, así como en la simetría térmica, de las plantas de los pies tras la carrera. 12 corredores entrenados realizaron 3 test de 30 minutos de carrera (10 de calentamiento y 20 de prueba al 80% de su Velocidad Aeróbica Máxima) con soporte control, con soporte prefabricado y con soporte personalizado. No se encontraron diferencias entre ninguna de las condiciones ( $p > 0.05$ ). Tampoco se encontraron asimetrías térmicas entre el pie derecho y el pie izquierdo ( $p > 0.05$ ) por el uso de soportes plantares. En conclusión, el uso de soportes plantares durante la carrera no afecta a la temperatura de las plantas de los pies, por lo que no comportan beneficios, pero tampoco resultan inconvenientes desde el punto de vista de térmico.

**Palabras clave:** Plantilla, Termografía Infrarroja, Running, Pie.

## Abstract

There is controversy about whether the use of insoles can reduce the risk of overuse injuries in runners. It was observed a relationship between plantar loads and the surface temperature of the foot, so the type of insoles might affect the temperature of the feet soles. The aim of the study was to analyze the effects of insoles in the skin temperature of the soles, as well as in thermal symmetry, of the feet soles after the race. 12 trained runners performed 3 running test lasting 30 minutes (10 min of warm-up and 20 min at 80% of their Maximal Aerobic Speed) without insole, with prefabricated insole and with custom-made insole. No differences between any of the insoles conditions were found ( $p > 0.05$ ), finding the higher temperatures at post exercise ( $34.09 \pm 0.88^\circ\text{C}$ ) in every condition. Nor thermal asymmetry between the right and left foot by the use of insoles were found ( $p > 0.05$ ). In conclusion, the use of insoles during the race does not affect the surface temperature of the soles of the feet, so that their use does not lead to benefits, but it is also not detrimental from the thermal point of view.

**Keywords:** Insole, Infrared Thermography, Running, Foot.

Correspondencia:

M. Gil Calvo

Email: [m.gil.gibd@gmail.com](mailto:m.gil.gibd@gmail.com)

## Introducción

La carrera a pie (“Running”) es una de las actividades físicas más populares y practicadas a nivel mundial [11, 18], convirtiéndose en 2015 en el 4º deporte más practicado en España, como se muestra en la encuesta sobre los hábitos deportivos [8]. Este auge en la práctica de la carrera puede explicarse por los beneficios tanto físicos como psicológicos asociados a la práctica de este deporte [41], así como a su bajo coste y su facilidad de implementación [18]. No obstante, debido a las grandes cargas que soportan las piernas de manera repetitiva durante la carrera a pie [36], la incidencia de lesiones en las extremidades inferiores es muy elevada (20-79%) [10, 14, 17, 46]. Los factores que pueden afectar al riesgo de lesión se pueden clasificar en intrínsecos o no modificables (p.ej. edad, género, etc.) y/o extrínsecos o modificables (p. ej. técnica de carrera, periodización del entrenamiento, etc.) [6, 45]. Con el fin de disminuir la incidencia de lesiones debidas a la carrera, existen sistemas de prevención extrínsecos entre los que se encuentra los soportes plantares [6, 17, 25, 33].

Los soportes plantares se pueden definir como una herramienta que permite facilitar, estabilizar o mejorar el rango de movimiento y la capacidad funcional de las zonas del tobillo y el pie [24]. Los soportes plantares se pueden clasificar según diversos criterios, siendo uno de ellos el método de fabricación (prefabricados o personalizados) [3, 9]. Por un lado, los soportes plantares prefabricados son aquellos que se pueden comprar en cualquier tienda deportiva, son producidos en masa y existe una gran variedad en el mercado [9]. Por otro lado, los soportes plantares personalizados son específicos para un individuo y son prescritos y fabricados por un experto en podología [12]. Diferentes estudios han analizado las diferencias entre ambos tipos de soportes plantares durante la carrera a nivel cinemático, de presiones plantares, de aceleraciones e impactos, de actividad muscular, de propiocepción y de confort [13, 28, 34, 36]. Sin embargo un aspecto que no ha sido analizado hasta la fecha es la influencia del tipo de soporte plantar en la temperatura plantar.

El incremento de la presión plantar y la fricción en diferentes regiones del pie pueden influir en la temperatura de la piel de las plantas de los pies [42, 49, 51]. Por su parte, según algunos autores [4, 28, 32], el uso de soportes plantares, tanto personalizados como prefabricados, reduce las presiones plantares de algunas zonas del pie durante la carrera produciéndose mayores atenuaciones del retropie en el caso de los personalizados [28]. Debido a la posible relación entre las cargas de contacto y los incrementos de temperatura durante la marcha [42], se podría esperar una menor temperatura plantar durante la utilización de soportes plantares en general, y aún menor con el uso de soportes personalizados.

Por otro lado, el cuerpo humano es térmicamente simétrico, por lo que se ha observado que asimetrías superiores a 0.7°C implican disfunciones anatómicas o fisiológicas del aparato locomotor [23, 47]. Esto es debido a que las lesiones suelen conllevar cambios en la temperatura de la piel, ya sean aumentos por un aumento de la circulación sanguínea asociada a una inflamación del tejido, o reducciones por una degeneración o una menor vascularización [23]. Debido a esto, ya que existe una gran controversia acerca de si el uso de soportes plantares reduce el riesgo de padecer una lesión por estrés o sobreuso [3, 22, 30, 50], se podría valorar (al igual que en otros estudios [39]), mediante el estudio de la simetría térmica durante la carrera, si el uso de soportes plantares actúa como herramienta de prevención de lesiones.

Considerando estos antecedentes, el objetivo del presente estudio ha sido analizar los efectos que producen los soportes plantares prefabricados y personalizados en la temperatura superficial y en la simetría térmica de las plantas de los pies después de la carrera. Como hipótesis inicial se consideró que con los soportes plantares personalizados proporcionarían menores incrementos de temperatura en el momento post ejercicio respecto a no llevar soporte plantar. Igualmente se consideró como hipótesis que el uso de soportes plantares no produciría asimetrías térmicas entre ambos pies en ninguno de los casos.

## Material y Método

### Participantes

En el presente estudio participaron 12 corredores, 9 hombres y 3 mujeres, entrenados, con las características que se muestran en la Tabla 1. Se seleccionaron corredores que no hubieran padecido ninguna lesión de gravedad en los 6 meses anteriores a la prueba y que no hubieran utilizado nunca soportes plantares.

Los participantes fueron informados tanto de forma oral, como escrita, de las características, los objetivos y los posibles riesgos de la investigación. Además, todos los participantes firmaron la hoja de consentimiento informado, cumpliendo las directrices y principios de la Declaración de Helsinki. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad con el número de procedimiento H1427706182089.

### Protocolo y Material

En el presente estudio se siguió un protocolo de 4 días. El primer día los participantes realizaban una prueba para determinar su Velocidad Aeróbica Máxima (VAM). En dicha prueba los participantes debían recorrer la máxima distancia posible en 5 minutos [2, 20]. Mediante el cálculo de la VAM se individualizaban los test que se llevarían a cabo en el laboratorio.

Las tres pruebas restantes se llevaron a cabo en condiciones de laboratorio. En cada una de ellas los corredores empleaban una condición

de soporte plantar diferente: Soporte Control (siendo la plantilla original de la zapatilla que emplean habitualmente en el entrenamiento), Soporte Prefabricado (adquirido en una tienda deportiva) y Soporte Personalizado (realizado por un podólogo). Estas condiciones fueron aleatorizadas, siendo condición necesaria una semana de adaptación para cada uno de los soportes plantares. Estos soportes debían ser empleados de forma progresiva en sus entrenamientos antes de realizar la prueba en el laboratorio. Los participantes no conocían la condición de soporte plantar que empleaban en cada momento por lo que se realizó un estudio de ciego simple. Por otra parte, los corredores realizaron los 3 test con los mismos calcetines y las mismas zapatillas.

Cada uno de los test de laboratorio constaba de una prueba de carrera dividida en 10 minutos de calentamiento al 60% de su VAM y 20 minutos de carrera al 80% de su VAM.

Las termografías de las plantas de los pies se tomaron con el participante sentado, sin que sus plantas de los pies tocaran ninguna superficie, en 3 momentos diferentes: 1) Pre ejercicio, tras 10 minutos de adaptación a la temperatura de la sala; 2) Post ejercicio, nada más terminar la prueba de carrera; y 3) 10 minutos post ejercicio (Figura 1). En los dos intervalos de 10 minutos pre ejercicio y post ejercicio, el participante permaneció en la posición indicada, sentado sin que sus plantas de los pies tocaran ninguna superficie.

Mediante una estación meteorológica (Digital thermo-hygrometer, TFA Dostmann,

<b>Parámetro (unidad)</b>	<b>Media <math>\pm</math> Dt</b>
Edad (años)	30.9 $\pm$ 4.1
Altura (cm)	173.3 $\pm$ 6.7
Masa (kg)	60.3 $\pm$ 11.4
Entrenamiento (km/semana)	30.0 $\pm$ 9.5

Tabla 1. Características descriptivas de la muestra.

Wertheim-Reicholzheim, Alemania) se registró y controló la temperatura ambiente de la sala ( $22.8 \pm 1.3$  °C). Además, otras variables que pueden afectar a la variabilidad térmica de la muestra fueron controladas mediante instrucciones al participante previas a las pruebas de laboratorio y una encuesta antes de la toma de las termografías, para corroborar que se siguieron, como son: evitar el consumo de tabaco, alcohol, té o café en las últimas 12 horas, evitar la realización de ejercicio físico intenso en las últimas 24 horas, evitar la ingesta de medicamentos o de algún tratamiento terapéutico o de rayos UVA que pudieran afectar a la temperatura corporal, evitar la aplicación de productos cosméticos en la piel o evitar la ingesta de comida copiosa antes de la prueba [1, 5, 21, 40, 44].

Se empleó una cámara termográfica (E60bx, FLIR, Wilsonville, Oregon, EEUU) con el objetivo perpendicular a la planta de los pies y a 1 metro de distancia del participante [23]. Las fotos fueron tomadas con las plantas de los pies descubiertas, con un panel negro mate anti reflectante detrás, con ausencia de luz solar y eléctrica, sin equipos electrónicos cerca que perturbasen la medida y únicamente con el evaluador y el participante en la zona de la toma [23].

Antes de tomar las imágenes termográficas se midió la temperatura reflejada de la sala (normativa ISO 18434-1:2008) y se introdujo dicho valor en la configuración de la cámara. Para el análisis de la termografía se utilizó una emisividad de 0.98 [43]. El software empleado para la extracción de los datos de las imágenes

termográficas fue el ThermaCam Researcher Pro 2.10 (FLIR, Wilsonville, Oregon, EEUU) y se tomó la planta del pie completa como región de interés (ROI).

Las variables que se analizaron fueron las siguientes:

- Temperatura media de las plantas de los pies
- Variación de temperatura media pre-post ejercicio ( $\Delta T$ ) (temperatura media post - temperatura media pre)
- Variación de temperatura media post-10' post ejercicio ( $\Delta T_{post}$ ) (temperatura media 10' post - temperatura media post)

#### Análisis Estadístico

Se realizó el análisis estadístico mediante el paquete estadístico SPSS v.21 (SPSS Statistics, IBM, Nueva York, EEUU). Tras corroborar la normalidad de las variables mediante un test Shapiro-Wilks ( $p > 0.05$ ), se realizó una prueba ANOVA de medidas repetidas con 3 factores: condición (soporte control, soporte plantar prefabricado y soporte plantar personalizado), momento de la medición (pre, post y 10' post) y pie (derecho e izquierdo). Se realizó el mismo análisis para las variaciones de temperatura, modificando los momentos de la medición por las variaciones de temperatura ( $\Delta T$  y  $\Delta T_{post}$ ). Se realizó el post-hoc de Bonferoni para conocer las comparaciones por pares. Los datos han sido presentados mediante la media  $\pm$  la desviación estándar en el texto, y mediante la media  $\pm$  los intervalos de confianza al 95% en las figuras. En todos los casos se utilizó  $p < 0.05$  como límite de la significación estadística.



**Figura 1.** Análisis de las termografías de las plantas de los pies en el momento pre ejercicio (izquierda), post ejercicio (centro) y 10 minutos post ejercicio (derecha).

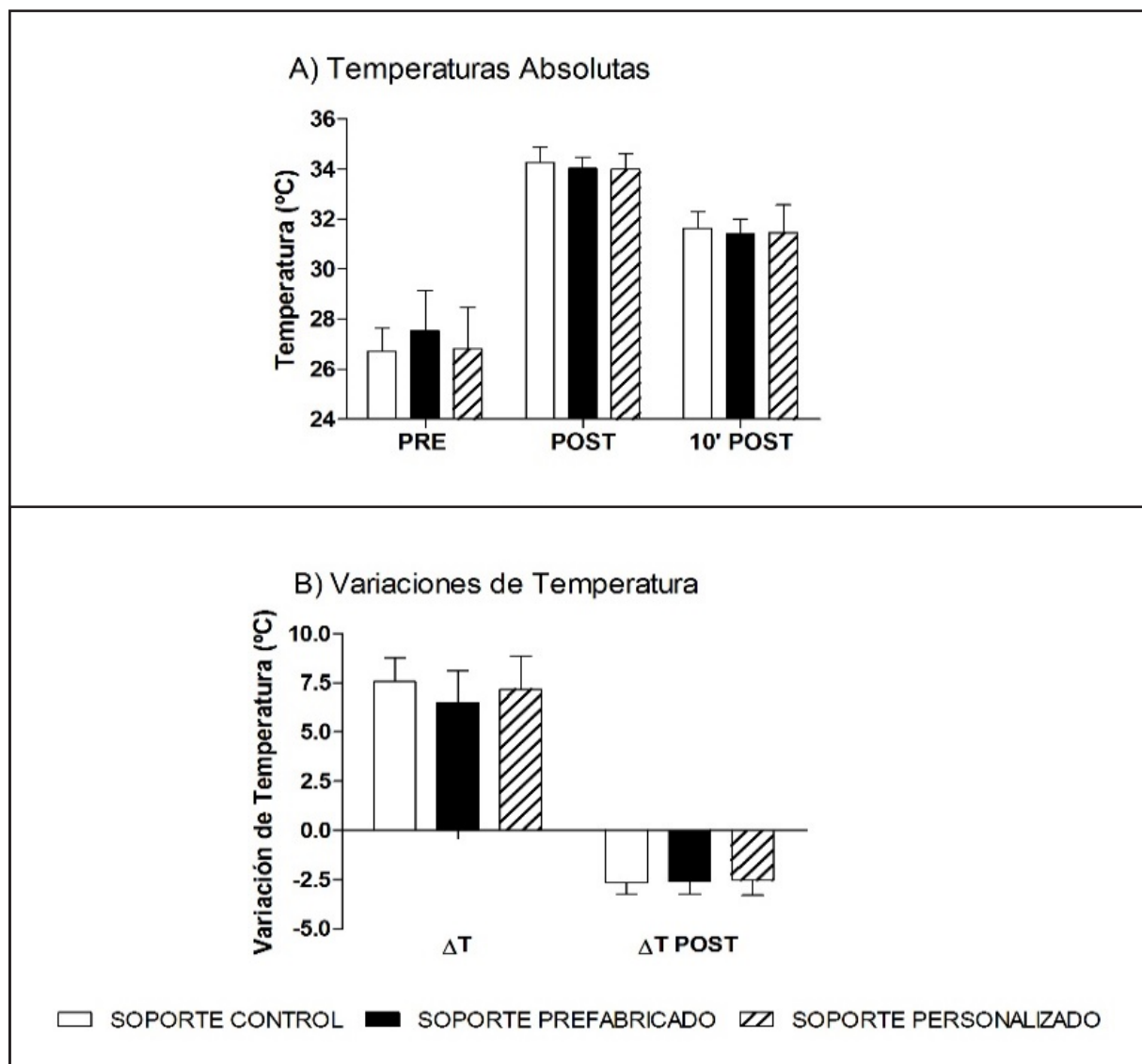
## Resultados

En la Figura 2 se muestran las temperaturas superficiales de las plantas de los pies antes, después y 10 minutos después del test de carrera. No se encontraron diferencias significativas entre los soportes plantares ni en las temperaturas absolutas (A) ni en las variaciones de temperatura (B) en ninguno de los momentos estudiados ( $p > 0.05$ ). Las mayores temperaturas se dieron en el momento post ejercicio en todas las condiciones ( $p < 0.001$ ).

Por otra parte, en el estudio de la simetría térmica entre las temperaturas superficiales de

las plantas del pie derecho respecto al pie izquierdo, encontramos que, en las temperaturas absolutas, se da una temperatura significativamente inferior en el pie derecho respecto al pie izquierdo en el momento pre ejercicio en la condición de soporte plantar prefabricado (Diferencia:  $-0.3^{\circ}\text{C}$ ;  $p = 0.047$ ). Sin embargo, en el resto de momentos y condiciones no se encontraron diferencias significativas entre ambos pies ( $p > 0.05$ ) (Figura 3).

En el caso de las variaciones de temperatura post-pre ejercicio (Tabla 2) se puede observar que no existen diferencias significativas en ninguno de los casos entre ambos pies ( $p > 0.05$ ).



**Figura 2.** Media con el Intervalo de Confianza 95% de la temperatura superficial de las plantas de los pies en los tres momentos de medición (A) y variación de la temperatura superficial de las plantas de los pies (B) en las tres condiciones de soporte plantar.



CONDICIÓN	VARIACIÓN	MEDIA $\pm$ DT ( $^{\circ}$ C)		SIG.
		PIE DERECHO	PIE IZQUIERDO	
SIN SOPORTE PLANTAR	$\Delta T$	7.5 $\pm$ 1.8	7.6 $\pm$ 2.0	0.79
	$\Delta T_{post}$	-2.6 $\pm$ 1.0	-2.7 $\pm$ 1.0	0.73
SOPORTE PREFABRICADO	$\Delta T$	6.6 $\pm$ 2.8	6.4 $\pm$ 2.4	0.51
	$\Delta T_{post}$	-2.6 $\pm$ 1.0	-2.6 $\pm$ 1.1	1.11
SOPORTE PERSONALIZADO	$\Delta T$	7.2 $\pm$ 2.9	7.1 $\pm$ 2.9	0.89
	$\Delta T_{post}$	-2.6 $\pm$ 1.1	-2.4 $\pm$ 1.3	0.20

Tabla 2. Diferencias en las variaciones de temperatura entre ambos pies.

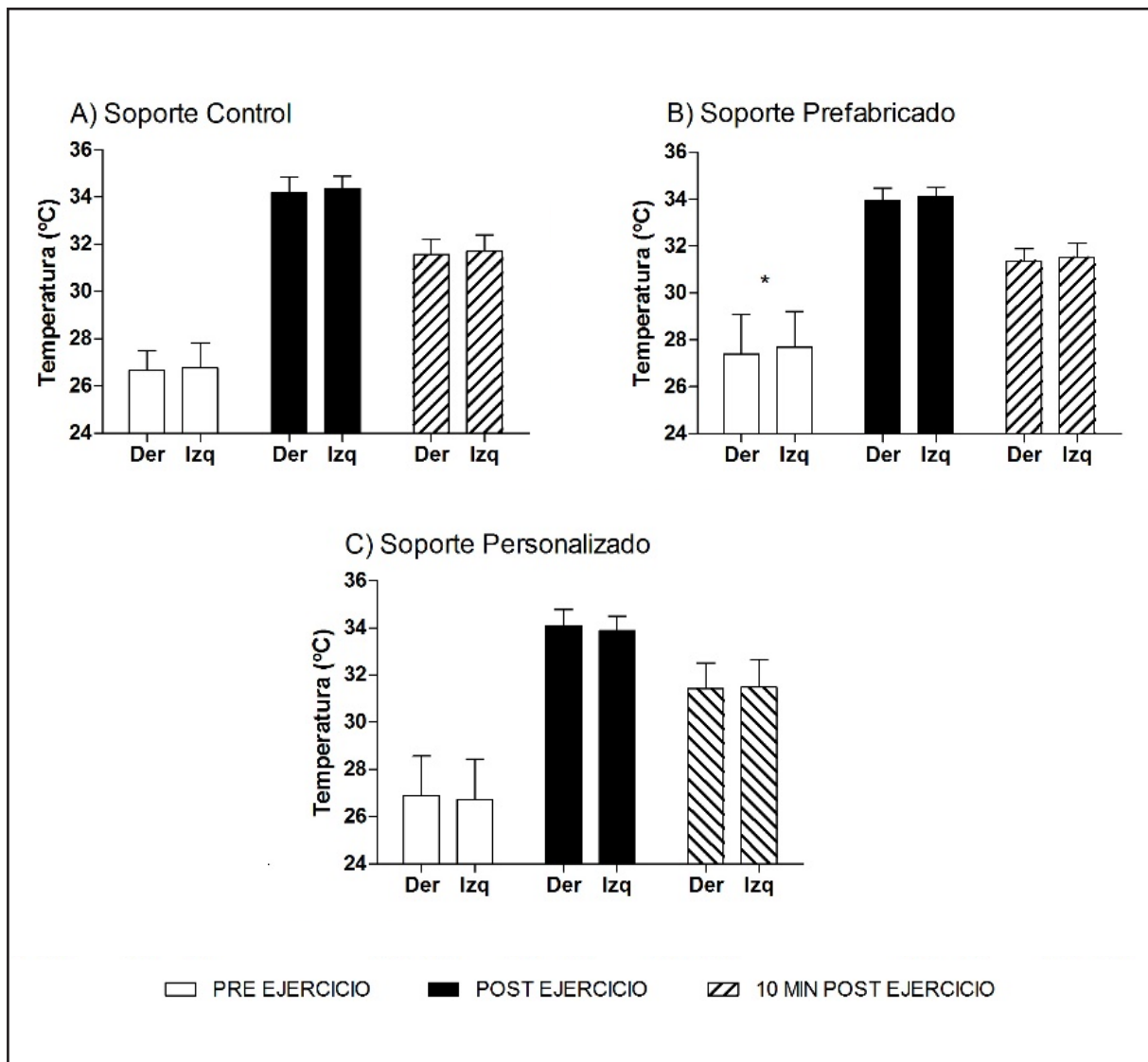


Figura 3. Diferencias en las temperaturas absolutas entre el pie derecho (Der) y el pie izquierdo (Izq) en cada uno de los momentos, para cada una de las condiciones de soporte plantar: A) Soporte Control, B) Soporte Plantar Prefabricado, C) Soporte Plantar Personalizado. \* Diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

## Discusión

El principal objetivo del presente estudio fue analizar los efectos que tienen los soportes plantares prefabricados y personalizados en la temperatura superficial de las plantas de los pies antes, después y 10 minutos después de la carrera, así como la evolución de su simetría térmica. El principal hallazgo de la investigación fue que el uso de soportes plantares, tanto de los prefabricados como de los personalizados, no tuvo efecto en las temperaturas de las plantas de los pies, descartándose así la hipótesis inicial de que los soportes plantares personalizados producirían menores incrementos de la temperatura de la piel. Además, respecto a la hipótesis planteada en el comportamiento simétrico de ambas extremidades, los resultados cumplen con esta hipótesis, mostrándose un comportamiento simétrico entre ambos pies en todas las condiciones de soporte plantar.

El uso de soportes plantares, tanto prefabricados como personalizados, no ha afectado a las temperaturas absolutas de las plantas de los pies. Pese a que no existen estudios que midan los efectos de los soportes plantares en la temperatura superficial de las plantas de los pies, nuestros resultados no están en concordancia con la posible relación hallada entre las presiones plantares y la temperatura superficial [42], ya que como han demostrado diversos estudios, el uso de soportes plantares reduce las cargas de contacto [4, 28, 32] y, con ello, la temperatura superficial debería verse también reducida. Esta estabilidad de la temperatura en las tres condiciones podría entenderse desde el punto de vista del periodo de adaptación previo a las pruebas de laboratorio que los corredores han tenido a la nueva condición de soporte plantar, pudiendo haber reducido en gran medida los efectos de dichos soportes en la presión plantar y por lo tanto en la temperatura del pie. Por otro lado, la temperatura de la piel tiene una dependencia multifactorial [15], por lo que es posible que el efecto de la presión plantar no fuese lo suficientemente grande como para no ser neutralizado por otros factores que podrían entrar en juego (p.ej. la disi-

pación del calor por evaporación del sudor, el flujo sanguíneo, etc [39]).

Las mayores temperaturas de las plantas de los pies se dieron en el momento post ejercicio en todos los casos, resultados que concuerdan con los hallazgos de Merla et al. [31] en cuya investigación afirma que, durante la realización de actividad física intensa se produce una vasodilatación periférica en las zonas más activas del cuerpo, lo que produce un aumento del flujo de sangre y con ello el incremento de la temperatura superficial de la piel. No obstante, según los resultados obtenidos por otros autores [16, 26, 37, 38], estas temperaturas podrían variar en el caso de obtener una muestra más extensa o con un nivel de rendimiento superior, ya que el flujo sanguíneo puede variar en función del volumen total de la sangre, la tonicidad, el nivel de entrenamiento aeróbico y la edad de los participantes.

Por otra parte y previamente a comenzar con el análisis de las asimetrías térmicas, resulta fundamental considerar la importancia de la normalización de las variables. Esto es debido a que si analizamos las temperaturas absolutas, encontramos una asimetría en la temperatura pre ejercicio en el soporte plantar prefabricado que deja de ser importante una vez que estudiamos las variaciones de temperatura entre los diferentes momentos. Esta asimetría en el momento pre puede deberse a la baja reproducibilidad de las mediciones en las extremidades por la inestabilidad del flujo sanguíneo [52]. Los resultados parecen mostrar que el análisis de las variaciones de temperatura ayuda a reducir el efecto de dichos factores, como se ha observado previamente [48].

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, podemos afirmar que los participantes del estudio son sanos a nivel plantar desde el punto de vista de la termografía infrarroja. Esto es debido a que no se han encontrado asimetrías térmicas entre el pie derecho y el pie izquierdo, siendo las diferencias de temperatura entre ambos inferiores a  $0.3^{\circ}\text{C}$  en todos los casos, lejos de los  $0.7^{\circ}\text{C}$  que se podrían considerar como disfunciones anatómicas o fisiológicas del cuerpo humano [23]. Otros autores, añaden que la temperatura del cuerpo

es constante [19, 35] y que el buen estado térmico se basa en la simetría entre las diferentes zonas del cuerpo, pudiendo ser consideradas grandes asimetrías un desequilibrio o deterioro de alguna de estas zonas [29]. Por todo ello, podemos deducir de nuestros resultados que tanto los soportes plantares prefabricados como los personalizados, desde el punto de vista térmico, no están siendo lesivos a nivel plantar durante la carrera, ya que los incrementos de temperatura se mantienen constantes entre ambos pies en todas las condiciones de soporte plantar.

El hecho de que no se hayan encontrado diferencias en la temperatura superficial de las plantas de los pies con el uso de soportes plantares en el presente estudio, puede indicar que el uso de soportes plantares en corredores sanos no tiene implicaciones, ni positivas ni negativas, desde el punto de vista térmico. Por ello, consideramos importante analizar otros parámetros biomecánicos que puedan verse afectados por el uso de soportes plantares como el confort, las presiones plantares o la cinemática de la carrera, entre otros.

La limitación principal del presente estudio es el bajo número de mujeres participantes ya que pueden afectar a la variabilidad de las tomas de las imágenes termográficas en función del momento en la ovulación en el que se encuentren [7, 27]. Otra limitación fue, que no se midieron las presiones plantares durante la carrera, lo que hubiese ayudado a corroborar la presente discusión. Por otro lado, no se controló que el forro de ambos soportes plantares (personalizado y prefabricado) fueran iguales, de tal forma que el rozamiento producido en las plantas de los pies por ambos soportes fuera el mismo. Por otro lado, creemos que estos resultados pueden ser una fuente de partida de hipótesis y discusión de resultados de futuros trabajos que analicen las temperaturas plantares con protocolos de fatiga más intensos o con poblaciones patológicas a nivel plantar.

## Conclusiones

El comportamiento térmico de las plantas de los pies, sin soportes plantares es muy similar que con el uso de soportes plantares tanto

prefabricados como personalizados, dándose las mayores temperaturas en el momento post ejercicio en todos los casos. Se puede concluir que el uso de soportes plantares durante la carrera no comporta beneficios, pero tampoco resulta inconveniente desde el punto de vista térmico. Por todo ello, son necesarios futuros estudios que consideren poblaciones patológicas a nivel plantar, con el fin de conocer si el uso de soportes plantares podría reducir el riesgo de lesiones por estrés o sobreuso en estas poblaciones.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses en lo concerniente al contenido del presente estudio.

## Agradecimientos

Trabajo financiado por el proyecto DEP2013-48420-P, “Análisis de la plantilla deportiva: prefabricadas vs personalizadas sobre parámetros biomecánicos en fatiga durante la carrera”, Subdirección General de Proyectos de Investigación. Convocatoria Proyectos I+D “Excelencia”. Subprograma de Generación de Conocimiento, 2013, gobierno de España. Algunos autores agradecen al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, por la financiación de sus contratos predoctorales mediante el programa FPU.

## Bibliografía

1. **Ammer K.** The Influence of Antirheumatic Creams and Ointments on the Infrared Emission of the Skin. Anonymous 1997. p. 18-20.
2. **Berthon P, Fellmann N, Bedu M, Beaune B, Dabonneville M, Coudert J, Chamoux A.** A 5-Min Running Field Test as a Measurement of Maximal Aerobic Velocity. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1997;75:233-238.
3. **Burns J, Landorf KB, Ryan MM, Crosbie J, Ouvrier RA.** Interventions for the Prevention and Treatment of Pes Cavus. Cochrane Database Syst. Rev. 2007.
4. **Burns J, Crosbie J, Ouvrier R, Hunt A.** Effective Orthotic Therapy for the Painful Cavus Foot. J Am Podiatr Med Assoc 2006;96:205-211.
5. **Carmona Gómez PM.** Influencia De La Información Termográfica Infrarroja En El Protocolo De



- Prevención De Lesiones De Un Equipo De Fútbol Profesional Español. (Influence of Infrared Thermographic Information in the Injury Prevention Protocol of a Professional Spanish Football Team). Tesis Doctoral, 2012.
6. **Chang W, Shih Y, Chen W.** Running Injuries and Associated Factors in Participants of ING Taipei Marathon. *Phys Ther Sport* 2012;13:170-174.
  7. **Charkoudian N, Stachenfeld N.** Sex Hormone Effects on Autonomic Mechanisms of Thermoregulation in Humans. *Auton. Neurosci.* 2015; 196:75-80.
  8. **Consejo Superior de Deportes (CSD).** Encuesta De Hábitos Deportivos 2015. 2016;.
  9. **Crabtree P, Dhokia VG, Newman ST, Ansell MP.** Manufacturing Methodology for Personalised Symptom-Specific Sports Insoles. *Robot Comput Integrated Manuf* 2009;25:972-979.
  10. **Daoud AI, Geissler GJ, Wang F, Saretsky J, Daoud YA, Lieberman DE.** Foot Strike and Injury Rates in Endurance Runners: A Retrospective Study. *Med Sci Sports Exerc* 2012;44:1325-1334.
  11. **Dinato RC, Ribeiro AP, Butugan MK, Pereira ILR, Onodera AN, Sacco ICN.** Biomechanical Variables and Perception of Comfort in Running Shoes with Different Cushioning Technologies. *J Sci Med Sport* 2015;18:93-97.
  12. **Dombroski CE, Balsdon MER, Froats A.** The use of a Low Cost 3D Scanning and Printing Tool in the Manufacture of Custom-made Foot Orthoses: A Preliminary Study. *BMC Res Notes* 2014;7:443.
  13. **Eslami M, Begon M, Hinse S, Sadeghi H, Popov P, Allard P.** Effect of Foot Orthoses on Magnitude and Timing of Rearfoot and Tibial Motions, Ground Reaction Force and Knee Moment during Running. *J Sci Med Sport* 2009;12:679-684.
  14. **Ferber R, Hreljac A, Kendall KD.** Suspected Mechanisms in the Cause of Overuse Running Injuries: A Clinical Review. *Sports Health* 2009;1:242-246.
  15. **Fernández Cuevas I.** Effect of Endurance, Speed and Strength Training on Skin Temperature Measured by Infrared Thermography= Efecto Del Entrenamiento De Resistencia, Velocidad Y Fuerza En La Temperatura De La Piel a Través De La Termografía Infrarroja. Universidad Politécnica de Madrid, Tesis Doctoral, 2012.
  16. **Ferreira JJA, Mendoça LCS, Nunes LAO, Andrade Filho ACC, Rebelatto JR, Salvini TF.** Exercise-Associated Thermographic Changes in Young and Elderly Subjects. *Ann Biomed Eng* 2008;36:1420-1427.
  17. **Fields KB, Sykes JC, Walker KM, Jackson JC.** Prevention of Running Injuries. *Curr Sports Med Rep* 2010;9:176-182.
  18. **Fredericson M, Misra AK.** Epidemiology and Aetiology of Marathon Running Injuries. *Sports Med* 2007;37:437-439.
  19. **Frim J, Livingstone SD, Reed LD, Nolan RW, Limmer RE.** Body Composition and Skin Temperature Variation. *J Appl Physiol* 1990;68:540-543.
  20. **García-Pérez JA, Pérez-Soriano P, Llana S, Martínez-Nova A, Sánchez-Zuriaga D.** Effect of Overground Vs Treadmill Running on Plantar Pressure: Influence of Fatigue. 2013;38:929-933.
  21. **Gershon-Cohen J, Borden AGB, Hermel MB.** Thermography of Extremities After Smoking. *Br J Radiol* 1969;42:189-191.
  22. **Hawke F, Burns J, Radford JA, du Toit V.** Custom-made Foot Orthoses for the Treatment of Foot Pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2008.
  23. **Hildebrandt C, Raschner C, Ammer K.** An Overview of Recent Application of Medical Infrared Thermography in Sports Medicine in Austria. *Sensors* 2010;10:4700-4715.
  24. **Hirschmüller A, Baur H, Müller S, Helwig P, Dickhuth HH, Mayer F.** Clinical Effectiveness of Customised Sport Shoe Orthoses for Overuse Injuries in Runners: A Randomised Controlled Study. *Br J Sports Med* 2011;45:959-965.
  25. **Johnston CaM, Taunton JE, Lloyd-Smith DR, McKenzie DC.** Preventing Running Injuries. Practical Approach for Family Doctors. 2003;49:1101-1109.
  26. **Kenney WL, Johnson JM.** Control of Skin Blood Flow during Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:303-312.
  27. **Lee H, Petrofsky J, Shah N, Awali A, Shah K, Alotaibi M, Yim J.** Higher Sweating Rate and Skin Blood Flow during the Luteal Phase of the Menstrual Cycle. *Tohoku J Exp Med* 2014;234:117-122.
  28. **Lucas-Cuevas AG, Pérez-Soriano P, Llana-Belloch S, Macián-Romero C, Sánchez-Zuriaga D, Sánchez-Zuriaga D.** Effect of Custom-made and Prefabricated Insoles on Plantar Loading Parameters during Running with and without Fatigue. *J Sports Sci* 2014;32:1712-1721.
  29. **Marins JCB, Fernández Cuevas I, Arnaiz Lastras J, Fernandes AdA, Sillero Quintana M.** Aplicaciones De La Termografía Infrarroja En El Deporte: Una Revisión. *Infrared Phys Techn* 2015;805-824.
  30. **Mattila VM, Sillanpää PJ, Salo T, Laine H-, Mäenpää H, Pihlajamäki H.** Can Orthotic Insoles Prevent Lower Limb Overuse Injuries? A Randomized-Controlled Trial of 228 Subjects. *Scand J Med Sci Sports* 2011;21:804-808.
  31. **Merla A, Mattei PA, Di Donato L, Romani GL.** Thermal Imaging of Cutaneous Temperature Modifications in Runners during Graded Exercise. *Ann Biomed Eng* 2010;38:158-163.
  32. **Mickle KJ, Munro BJ, Lord SR, Menz HB, Steele JR.** Gait, Balance and Plantar Pressures in Older People with Toe Deformities. *Gait Posture* 2011;34:347-351.
  33. **Murphy K, Curry EJ, Matzkin EG.** Barefoot Running: Does it Prevent Injuries? *Sports Med* 2013;43:1131-1138.
  34. **Nigg BM.** The Role of Impact Forces and Foot Pronation: A New Paradigm. *Clin J Sport Med* 2001;11:2-9.

35. **Niu HH, Lui PW, Hu JS, Ting CK, Yin YC, Lo YL, Liu L, Lee TY.** Thermal Symmetry of Skin Temperature: Normative Data of Normal Subjects in Taiwan. *Chin Med J* 2001;64:459-468.
36. **O'Leary K, Vorpahl KA, Heiderscheit B.** Effect of Cushioned Insoles on Impact Forces during Running. *J Am Podiatr Med Assoc* 2008;98:36-41.
37. **Petrofsky JS, Lohman E, Suh HJ, Garcia J, Anders A, Sutterfield C, Khandge C.** The Effect of Aging on Conductive Heat Exchange in the Skin at Two Environmental Temperatures. *Med Sci Monit* 2006;12:R400-408.
38. **Pierzga JM, Frymoyer A, Kenney WL.** Delayed Distribution of Active Vasodilation and Altered Vascular Conductance in Aged Skin. *J Appl Physiol* 2003;94:1045-1053.
39. **Priego Quesada JI, Lucas-Cuevas AG, Gil-Calvo M, Giménez JV, Aparicio I, Cibrián Ortiz de Anda RM, Salvador Palmer R, Llana-Belloch S, Pérez-Soriano P.** Effects of Graduated Compression Stockings on Skin Temperature After Running. *J Therm Biol* 2015;52:130-136.
40. **Reinberg A.** Circadian Changes in the Temperature of Human Beings. *Bibl Radiol* 1975;128.
41. **Saragiotto BT, Yamato TP, Lopes AD.** What do Recreational Runners Think about Risk Factors for Running Injuries? A Descriptive Study of their Beliefs and Opinions. *J Orthop Sports Phys Ther* 2014;44:733-738.
42. **Shimazaki Y, Murata M.** Effect of Gait on Formation of Thermal Environment Inside Footwear. *Appl Ergon* 2015;49:55-62.
43. **Steketee J.** Spectral Emissivity of Skin and Pericardium. *Phys Med Biol* 1973;18:686-694.
44. **Tagliabue A, Terracina D, Cena H, Turconi G, Lanzola E, Montomoli C.** Coffee Induced Thermogenesis and Skin Temperature. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1994;18:537.
45. **Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD.** A Retrospective Case-Control Analysis of 2002 Running Injuries. *Br J Sports Med* 2002;36:95-101.
46. **van Gent RN, Siem D, van Middelkoop M, van Os AG, Bierma-Zeinstra SMA, Koes BW.** Incidence and Determinants of Lower Extremity Running Injuries in Long Distance Runners: A Systematic Review. *Br J Sports Med* 2007;41:469-480.
47. **Vardasca R, Ring E, Plassmann P, Jones C.** Thermal Symmetry of the Upper and Lower Extremities in Healthy Subjects. *Thermol Int* 2012;22:53-60.
48. **Vargas JVC, Brioschi ML, Dias FG, Parolin MB, Mulinari-Brenner FA, Ordóñez JC, Colman D.** Normalized Methodology for Medical Infrared Imaging. *infrared Phys Techn* 2009;52:42-47.
49. **Willems TM, De Ridder R, Roosen P.** The Effect of a Long-Distance Run on Plantar Pressure Distribution during Running. *Gait Posture* 2012;35:405-409.
50. **Withnall R, Eastaugh J, Freemantle N.** Do Shock Absorbing Insoles in Recruits Undertaking High Levels of Physical Activity Reduce Lower Limb Injury? A Randomized Controlled Trial. *J R Soc Med* 2006;99:32-37.
51. **Yavuz M, Brem RW, Davis BL, Patel J, Osbourne A, Matassini MR, Wood DA, Nwokolo IO.** Temperature as a Predictive Tool for Plantar Triaxial Loading. *J Biomech* 2014;47:3767-3770.
52. **Zaproudina N, Varmavuo V, Airaksinen O, Närhi M.** Reproducibility of Infrared Thermography Measurements in Healthy Individuals. *Physiol Meas* 2008;29:515-524.