

Asociación entre la Termografía por Infrarrojo y Parámetros Antropométricos de Riesgo Cardiometabólico en Hombres

Association between Infrared Thermography, Anthropometry and Cardiovascular Risk Parameters in Men

Barraza-Gómez Fernando^{1,2}; Alvear-Ordenes Ildelfonso^{1,3}; Yáñez-Sepúlveda Rodrigo^{1,4} & Hecht-Chau Gernot⁵

BARRAZA-GÓMEZ, F.; ALVEAR-ORDENES, I.; YÁÑEZ-SEPÚLVEDA, R. & HECHT-CHAU, G. Asociación entre la termografía por infrarrojo y parámetros antropométricos de riesgo cardiometabólico en hombres. *Int. J. Morphol.*, 40(1):51-56, 2022.

RESUMEN: Los parámetros antropométricos para la estimación de la composición corporal son variables comúnmente utilizadas en la identificación de factores de riesgo cardiovascular (FRCV). En este sentido la termografía por infrarrojo (TI) podría ser utilizada como una herramienta que aporte información relevante en la evaluación de los FRCV mediante la estimación de la temperatura superficial en la piel y su relación con medidas antropométricas asociadas a estos factores. El objetivo de este estudio fue determinar la relación de la temperatura superficial de hombres adultos con variables antropométricas asociadas a FRCV. Participaron 64 hombres sanos de $26,4 \pm 7,8$ años, $76,1 \pm 13,3$ kg de masa corporal, $171,3 \pm 7,2$ cm de estatura y $25,9 \pm 3,7$ kg/m² de índice de masa corporal (IMC). Se realizaron evaluaciones antropométricas de 6 pliegues cutáneos (tricipital, subescapular, supra-espinal, abdominal, muslo medio y pantorrilla), circunferencia de cintura y cadera, además de mediciones de la temperatura superficial mediante TI en las zonas de medición. Se encontraron relaciones significativas negativas entre la temperatura superficial y las mediciones de los pliegues cutáneos a nivel subescapular, supra-espinal, muslo y pantorrilla ($p < 0,01$; $r = -0,39$ a $-0,55$). La temperatura promedio de la TI de los 6-pliegues, y todas las TI individuales de los pliegues presentaron correlaciones negativas significativas con el IMC, perímetro de cintura, índice cintura cadera, índice cintura estatura y la sumatoria de 6 pliegues cutáneos ($p < 0,05$; $r = -0,35$ a $-0,65$). Se puede concluir que existe una relación entre la temperatura superficial de la piel y algunos parámetros antropométricos de la composición corporal que muestran estar asociados a FRCV, pudiendo ser la TI una herramienta útil para complementar la evaluación de estos parámetros.

PALABRAS CLAVE: Termometría; Antropometría; Factores de riesgo cardiovascular; Índice de masa corporal.

INTRODUCCIÓN

La termografía por infrarrojo (TI) es una herramienta valiosa en distintas profesiones, que se utiliza ampliamente para la medición de las temperaturas generadas por diferentes objetos (Ring & Ammer, 2012). El empleo de la termografía para la identificación de la temperatura superficial local ha sido utilizada de forma conveniente en personas con distintas condiciones de salud, tanto para su estudio como por su propio valor diagnóstico (Fernández-Cuevas *et al.*, 2015). El metabolismo y las variaciones en las condiciones ambientales inciden en la producción del calor metabólico corporal generado principalmente por órganos y músculos, donde los mecanismos fisiológicos que permi-

ten un balance térmico adecuado en el cuerpo humano podrían encontrarse alterados por distintos procesos patológicos (Kenny & Flouris, 2014; Chudecka & Lubkowska, 2015). Las variaciones en el grosor del tejido subcutáneo, provocado por el volumen de tejido adiposo, se ha identificado como un factor que incide en la temperatura corporal superficial, funcionando como un aislante del calor endógeno, que disminuye notablemente la temperatura de la piel en zonas como el abdomen y muslos (Chudecka *et al.*, 2014; Chudecka & Lubkowska). También se ha observado una relación entre la temperatura superficial y las zonas de medición en los pliegues cutáneos, describiéndose

¹ Laboratorio de Fisiología Aplicada (FISAP), Universidad de León, Ponferrada, España.

² Universidad Viña del Mar, Chile.

³ Instituto de Biomedicina (IBIOMED), Universidad de León, León, España.

⁴ Fuerza Aérea de Chile (FACH), Base de Quintero, Valparaíso, Chile.

⁵ Departamento de Educación Física, Deporte y Recreación. Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile.

que a mayor grosor del pliegue la temperatura superficial es menor, existiendo para una misma zona diferencias entre la temperatura corporal central y la superficial (Neves *et al.*, 2015). De igual forma y por el mapeo corporal en hombres y mujeres, se ha demostrado que la temperatura promedio del pecho, espalda baja y espalda alta, desciende en la medida que se presentan mayores porcentajes de grasa corporal total (Chudecka & Lubkowska).

Las medidas antropométricas utilizadas para la identificación de la composición corporal, el sobrepeso o el exceso de masa grasa corporal, permiten evaluar de forma fácil y con un bajo costo variables que presentan una relación significativa con parámetros de alteración cardiometabólica y que inciden en el desarrollo de la enfermedad cardiovascular (ECV) (Liberato *et al.*, 2013; Valentino *et al.*, 2015). Es así que, en estudios previos, se ha analizado la utilidad de la termografía como herramienta complementaria en la evaluación de factores de riesgo cardiovascular (FRCV), encontrando relaciones relevantes entre los cambios de la temperatura superficial de la piel y los estados de salud vinculados a la ECV (Huang *et al.*, 2011; Thiruvengadam *et al.*, 2014). EL objetivo de este estudio fue determinar la temperatura superficial de la piel en hombres adultos sanos y su relación con variables antropométricas asociadas a FRCV.

MATERIAL Y MÉTODO

Participantes. En este estudio participaron 64 hombres (edad: $26,4 \pm 7,8$ años; masa corporal: $76,1 \pm 13,3$ kg; estatura: $171,3 \pm 7,2$ cm), sanos, no fumadores, pertenecientes a la región de Valparaíso, Chile (Tabla I). A todos ellos, se les realizó un protocolo de mediciones de TI, en condiciones ambientales controladas, para medir la temperatura de la piel, y la realización de una evaluación antropométrica. Todos los participantes presentaban examen médico y sólo fueron incluidos aquellos que mantuvieron su peso relativamente estable durante al menos los últimos 3 meses y excluidos aquellos sujetos que hubiesen consumido fármacos o suplementos que favorecieran la disminución del peso corporal, la inhibición del apetito o que aceleraran el metabolismo, así como aquellos que hubiesen consumido drogas que afectaran la temperatura corporal o la función cardiovascular. Después de explicados todos los procedimientos de la investigación, los participantes leyeron y firmaron un consentimiento informado, entregado por escrito, como requisito para su participación. El protocolo experimental siguió las recomendaciones descritas en la declaración de Helsinki para estudio con seres humanos y fue aprobado por la Comisión de Doctorado de la Universidad de León.

Protocolo experimental. Los participantes asistieron a dos sesiones para completar el protocolo de evaluación. En la primera sesión, se llevó a cabo un examen físico-médico y una recopilación de la historia clínica de cada participante. Se les entregaron las indicaciones que debían seguir los días previos a las mediciones, que consistían en: a) continuar con sus actividades cotidianas, pero absteniéndose de realizar ejercicio intenso durante las 48 horas previas; b) no colocar en su piel cremas o ungüentos cosméticos durante las 24 horas previas; y, c) no consumir suplementos o fármacos de tipo diuréticos o excitantes. Además, se les solicitó que llegaran con un ayuno nocturno y con 8 horas de sueño. Al final de la primera sesión se les realizó una familiarización con el equipo de medición y con los protocolos a realizar. La segunda sesión experimental se utilizó para realizar las mediciones de TI y las mediciones antropométricas, utilizando salas independientes y climatizadas acorde a recomendaciones estandarizadas para este procedimiento, entre 23°C y 25°C (Ammer & Ring, 2012). La humedad relativa del aire se mantuvo entre el 60 % y el 70 %.

Termografía por infrarrojo. Para la valoración de la temperatura superficial por TI, los participantes después de un período de 15 min de aclimatación en la sala, sentados en una silla sin respaldo, se ubicaron en posición sedente para recoger las imágenes termográficas y evaluar, posteriormente, la temperatura de las zonas correspondientes a los pliegues cutáneos utilizados para la medición de la composición corporal (Fig. 1). Se utilizó una cámara térmica FLIR i7 (FLIR System, Oregon, USA), con una lente de ajuste automático, un rango espectral entre 7,5 y 13 mm y una sensibilidad térmica de $0,1^{\circ}\text{C}$. Para el análisis de las imágenes termográficas se utilizó el software FLIR, tools+ (FLIR System, Oregon, USA). Durante el procedimiento, los participantes se mantuvieron vestidos sólo con ropa interior y en posición anatómica. La cámara se ubicó de forma perpendicular a la zona evaluada y siempre a una distancia entre los 95-100 cm de la superficie de la piel (Fernández-Cuevas *et al.*).

Mediciones antropométricas. Los datos antropométricos recogidos fueron el peso corporal, la estatura y el cálculo del índice de masa corporal (IMC). Se tomaron 6 pliegues (tricipital, subescapular, supra-espal, abdominal, muslo medio y pantorrilla), junto con 2 perímetros (cintura y cadera). Un antropometrista certificado (nivel II) aplicó el protocolo de medición estandarizado por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK, International Society for the Advancement of Kinanthropometry) (Stewart *et al.*, 2011). El peso corporal se obtuvo con una balanza electrónica, con sensibilidad de 20 g, Jadever (JWI 3000®, Taiwan). La estatura y talla sentada se midieron con un estadiómetro Seca 213 (Seca, Ale-

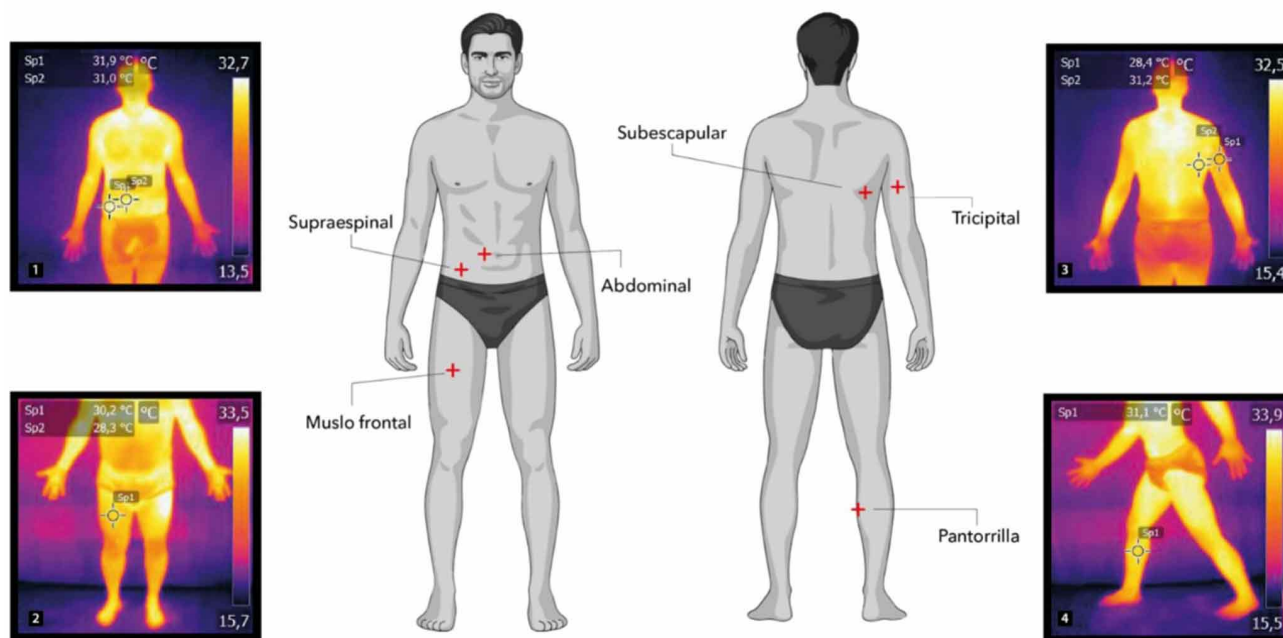


Fig. 1. Detalle de las zonas corporales de medición de la termografía superficial por TI y pliegues cutáneos. Vista anterior a la izquierda y vista posterior a la derecha.

mania). Para medir los pliegues se utilizó un caliper Harpenden (Modelo 0120, Harpenden®, England). Los perímetros se midieron con una cinta antropométrica metálica flexible Lufkin (W606PM, México). Se consideraron indicadores antropométricos asociados al riesgo cardiometabólico, tales como el perímetro de cintura (PC), el índice cintura cadera (ICC), el índice cintura estatura (ICE), el índice de masa corporal (IMC) y la sumatoria de pliegues cutáneos.

Análisis estadístico. Para el análisis de los datos y la confección de los gráficos se utilizó el software GraphPad Prism 7. Los resultados de antropometría y características generales son presentados por el promedio y la desviación estándar. Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar la normalidad de la distribución de los datos. Todos los datos analizados mostraron normalidad, por lo que para las asociaciones se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, exigiendo un valor de $p < 0,05$ para ser considerado estadísticamente significativo.

RESULTADOS

En la Tabla I se observan las características generales y antropométricas de los sujetos que han participado en el estudio.

Tabla I. Características generales y antropométricas de la muestra.

	Promedio \pm DE
Edad (años)	26,4 \pm 7,8
Peso corporal (kg)	76,1 \pm 13,3
Estatura (cm)	171,3 \pm 7,2
Σ 6p (cm)	90,8 \pm 39,2
IMC (kg/m ²)	25,9 \pm 3,7
PC (cm)	85,6 \pm 9,2
ICC	0,9 \pm 0,03
ICE	0,5 \pm 0,1

Σ 6p: Sumatoria de 6 pliegues cutáneos; IMC: Índice de masa corporal; PC: Perímetro de cintura; ICC: Índice cintura cadera; ICE: Índice cintura estatura; DE: Desviación estándar.

En la Tabla II se observa que el pliegue subescapular, supra-espinal, muslo y pantorrilla tuvieron una correlación negativa ($p < 0,01$) con la temperatura superficial del correspondiente pliegue, con $r = -0,55$ ($p = 0,001$), $r = -0,42$ ($p = 0,001$), $r = -0,39$ ($p = 0,0001$) y $r = -0,50$ ($p = 0,00003$), respectivamente.

En la Tabla III se observa que la temperatura promedio de los 6-pliegues y todos los pliegues individuales (triceps, subescapular, supra-espinal, abdominal, muslo medio, pierna medial), tuvieron correlaciones negativas significativas con el IMC, PC, ICC, ICE ($p < 0,01$) y la sumatoria de los 6 pliegues ($p < 0,05$) (Fig. 2).

Tabla II. Correlaciones entre las mediciones antropométricas de los pliegues cutáneos y la temperatura superficial por TI de cada pliegue.

	Medición antropometría de pliegues cutáneos					
	Tríceps	Subescapular	Supraespinal	Abdominal	Muslo	Pantorrilla
Tríceps	-0,16	--	--	--	--	--
Subescapular	--	-0,55**	--	--	--	--
Supraespinal	--	--	-0,42**	--	--	--
Abdominal	--	--	--	-0,21	--	--
Muslo medio	--	--	--	--	-0,39**	--
Pierna medial	--	--	--	--	--	-0,50**

TI: Termografía por infrarrojo. (**) $p < 0,01$.

Tabla III. Correlaciones entre el promedio de la temperatura por termografía por infrarrojo y parámetros antropométricos.

TI (°C)	Parámetros antropométricos				
	IMC (kg/m ²)	PC (cm)	ICC	ICE	Σ 6p (mm)
Tríceps	-0,59**	-0,54**	-0,46**	-0,54**	-0,35*
Subescapular	-0,63**	-0,62**	-0,52**	-0,60**	-0,45*
Supraespinal	-0,63**	-0,63**	-0,52**	-0,61**	-0,47*
Abdominal	-0,61**	-0,62**	-0,54**	-0,61**	-0,44*
Muslo medio	-0,58**	-0,57**	-0,43**	-0,53**	-0,41*
Pierna medial	-0,60**	-0,58**	-0,42**	-0,55**	-0,40*
T° 6p	-0,65**	-0,64**	-0,52**	-0,62**	-0,45*

TI: Termografía por infrarrojo; TI 6p: Temperatura promedio de los 6 pliegues cutáneos; IMC: Índice de masa corporal; PC: Perímetro de cintura; ICC: Índice cintura cadera; ICE: Índice cintura estatura; Σ 6p: Sumatoria de los 6 pliegues cutáneos; (*) $p < 0,05$; (**) $p < 0,01$.

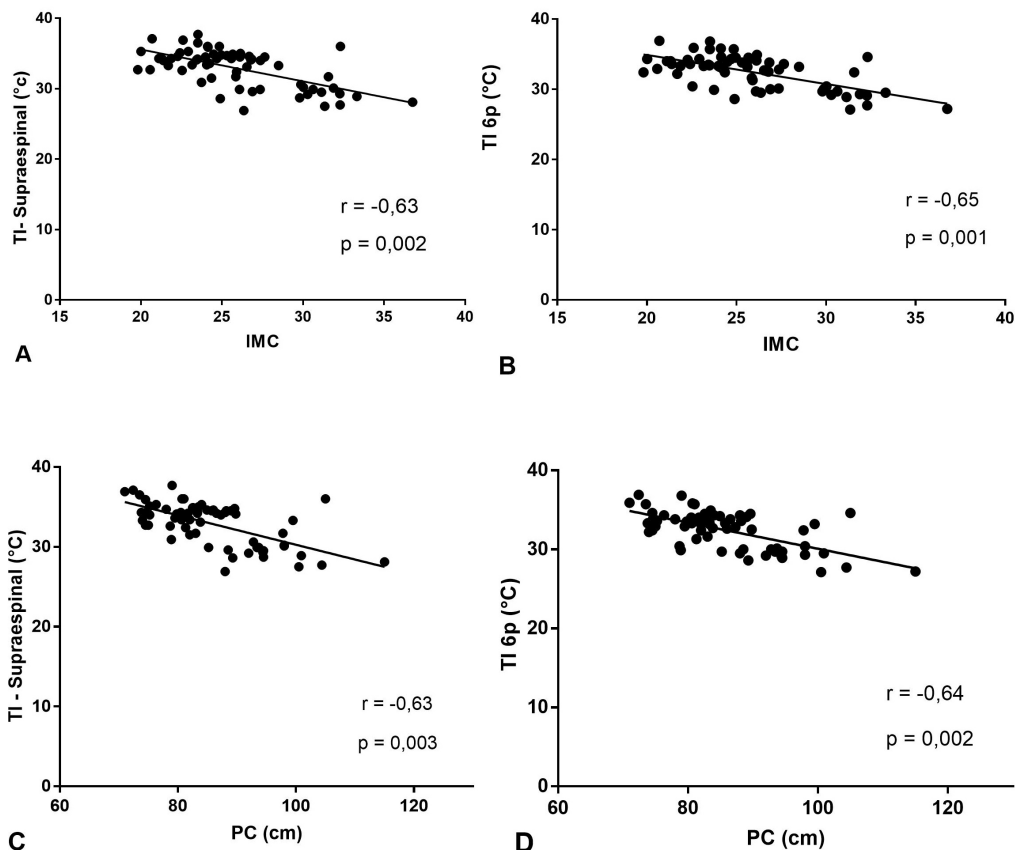


Fig. 2. Correlaciones entre la TI de la piel y variables antropométricas cardiometabólicas. A: TI supraespinal (°C) vs. IMC; B: TI 6p vs. IMC (B); C: TI supraespinal vs. PC (cm); y, D: TI 6p vs. PC(cm).

DISCUSIÓN

Los objetivos de este estudio fueron determinar la temperatura superficial de la piel en hombres adultos sanos y la relación que esta pueda tener con variables antropométricas asociadas a FRCV. Los resultados sugieren que la temperatura superficial promedio en los pliegues subescapular, supraespinal, muslo y pantorrilla son afectadas por el grosor de dichos pliegues. Junto con esto, se obtuvo que la acumulación de grasa corporal subcutánea total (sumatoria 6-pliegues), el estado ponderal (IMC), como también indicadores de riesgo metabólico (PC, ICC, e ICE) tuvieron una relación significativa negativa con la temperatura promedio. Estos resultados se encuentran en concordancia con lo expuesto por otros autores donde se indica que una mayor cantidad de tejido adiposo está asociado a la presencia de una menor temperatura superficial de la piel (Savastano *et al.*, 2009; Chudecka *et al.*; Salamunes *et al.*, 2017). Los presentes resultados sugieren que los participantes que presentan mayores valores en la medición de pliegues cutáneos presentan una menor temperatura corporal medida en la misma zona, estas diferencias pueden producirse debido a la acción tipo barrera generado por el pliegue cutáneo que puede limitar el intercambio de calor con el exterior (Chudecka *et al.*). Se ha descrito que sujetos con mayor concentración de grasa corporal a nivel abdominal presentan un menor ratio de disipación de calor en esa zona, compensando esta regulación de la temperatura a nivel de la superficie de las manos (Savastano *et al.*). Es de destacar que la grasa corporal en el hombre tiende a acumularse en la zona abdominal (obesidad androide), provocando un mayor efecto de aislamiento con el exterior y causando un mayor descenso de la temperatura superficial en esta zona (Chudecka & Lubkowska). Acorde a lo reportado por Heuberger *et al.* (2012), adultos categorizados con sobrepeso y/u obesidad presentan diferencias en la distribución de calor corporal en comparación a sujetos normo-peso, evidenciando el efecto de aislamiento adicional provocado por el tejido adiposo.

El segmento corporal del tronco, es la principal zona de producción de calor en reposo, esto parece estar asociado al elevado metabolismo que tienen las vísceras toracoabdominales que contribuyen con el gasto energético en reposo y el aumento de temperatura (Hwaung *et al.*, 2019). Desde el punto de vista antropométrico, el PC ha sido asociado con un incremento de la grasa visceral y se ha utilizado para el control de la salud cardiovascular y metabólica en prevención primaria (Hwaung *et al.*). En nuestro estudio, el PC fue una de las variables antropométricas que obtuvo una relación significativa con la temperatura superficial total y con las obtenidas individualmente en todos los pliegues cutáneos evaluados. Por ello, no sólo esta relación permite justificar un mayor efecto aislante de la grasa visceral en la capacidad de

pérdida de calor hacia el exterior, sino que, además, la temperatura de la zona abdominal superficial podría ser a futuro, una alternativa de estudio para evaluar su relación con los FRCV en diferentes situaciones patológicas así como en el desorden metabólico (cardiopatía, obesidad, síndrome metabólico, entre otros). De acuerdo a Valentino *et al.*, el contenido de grasa corporal evaluado mediante la medición de pliegues cutáneos y el cálculo del IMC presentan una relación significativa con FRCV. Adicionalmente, tanto la sumatoria de pliegues, el ICE y el ICC se han descrito como índices que presentan una fuerte relación con la prevalencia de FRCV y el riesgo de sufrir ECV (Huxley *et al.*, 2010; Freedman *et al.*, 2013). La relación encontrada entre variables antropométricas, parámetros asociados al riesgo cardiometabólico y la temperatura superficial de la piel medida con termografía podría potenciar el uso de esta técnica como un método complementario de evaluación (Huang *et al.*). Esto se fundamenta porque, en primer lugar y a diferencia de los termopares y termistores con puntos de contacto individuales, las cámaras térmicas permiten medir de forma más fácil los cambios de temperatura con alta resolución espacial, a través de un objetivo o simultáneamente en varios objetivos (Kastberger & Stachl, 2003). Adicionalmente, es de destacar que estos procedimientos se realizan sin contacto, siendo esto importante para no perturbar o dañar a los participantes o, en aplicaciones más delicadas, alterar las distribuciones de las temperaturas (Tattersall, 2016).

De acuerdo con los resultados, cuando los factores antropométricos asociados al riesgo de ECV se veían incrementados, la temperatura superficial de la piel se observaba disminuida, reflejando las propiedades de la composición corporal que influyen en la disipación de calor y que a su vez podrían tener relación con el riesgo cardiometabólico.

En conclusión, los resultados de este estudio sugieren la presencia de una relación significativa entre la medición de la temperatura superficial de la piel y parámetros antropométricos de la composición corporal asociados a FRCV en adultos hombres sin patologías asociadas, pudiendo ser la termografía por infrarrojo una herramienta útil para complementar o reemplazar la evaluación de pliegues cutáneos.

BARRAZA-GÓMEZ, F.; ALVEAR-ORDENES, I.; YÁÑEZ-SEPÚLVEDA, R. & HECHT-CHAU, G. Association between infrared thermography, anthropometry and cardiovascular risk parameters in men. *Int. J. Morphol.*, 40(1):51-56, 2022.

SUMMARY: Anthropometric parameters for the estimation of body composition are variables commonly used in the identification of cardiovascular risk factors (CVRFs). In this regard, infrared thermography (IT) could be used as a tool that provides relevant information in the CVRFs assessment by

estimating skin surface temperature and its relationship with the anthropometric measures associated with these factors. The aim of this study was to determine the relationship of skin surface temperature in adult men with anthropometric variables associated with CVRFs. The study gathered sixty-four healthy men aged 26.4 ± 7.8 years, 76.1 ± 13.3 kg body mass, 171.3 ± 7.2 cm height and 25.9 ± 3.7 kg/m² body mass index (BMI). Anthropometric assessments of 6 skinfolds (tricipital, subscapular, suprascapular, supraspinal, abdominal, mid-thigh, and calf), waist and hip circumference were conducted, as well as IT surface temperature measurements at the measurement areas. Significant negative relationships were found between surface temperature and skinfold measurements at the subscapular, supraspinal, thigh and calf levels ($p < 0.01$; $r = -0.39$ to -0.55). The average IT temperature of the 6-folds and all individual folds IT had significant negative correlations with BMI, waist circumference, waist hip ratio, waist height ratio, and the sum of 6 skinfolds ($p < 0.05$; $r = -0.35$ to -0.65). There is a relationship between skin surface temperature and some body composition anthropometric parameters that indicate and association with CVRFs, therefore, IT may be a useful tool to complement the assessment of these parameters.

KEY WORDS: Thermometry; Anthropometry; Cardiovascular risk factors; Body mass index.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ammer, K. & Ring, F. J. *Standard Procedures for Infrared Imaging in Medicine*. In: Diakides, M.; Bronzino, J. D. & Peterson, D. R. *Medical Infrared Imaging: Principles and Practices*. Boca Raton, CRC Press, 2012.
- Chudecka, M. & Lubkowska, A. Thermal maps of young women and men. *Infrared Phys. Technol.*, 69:81-87, 2015.
- Chudecka, M.; Lubkowska, A. & Kempin'ska-Podhorodecka, A. Body surface temperature distribution in relation to body composition in obese women. *J. Therm. Biol.*, 43:1-6, 2014.
- Fernández-Cuevas, I.; Bouzas Marins, J. C.; Arnáiz Lastras, J.; Gómez Carmona, P. M.; Piñonosa Cano, S.; García-Concepción, M. Á. & Sillero-Quintana, M. Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: A review. *Infrared Phys. Technol.*, 71:28-55, 2015.
- Freedman, D. S.; Ogden, C. L.; Goodman, A. B. & Blanck, H. M. Skinfolds and coronary heart disease risk factors are more strongly associated with BMI than with the body adiposity index. *Obesity (Silver Spring)*, 21(1):E64-70, 2013.
- Heuberger, R.; Kinnicut, P. & Domina, T. The relationship between thermal imaging and waist circumference in young adults. *Health*, 4(12):1485-91, 2012.
- Huang, C. L.; Wu, Y. W.; Hwang, C. L.; Jong, Y. S.; Chao, C. L.; Chen, W. J.; Wu, Y. T. & Yang, W. S. The application of infrared thermography in evaluation of patients at high risk for lower extremity peripheral arterial disease. *J. Vasc. Surg.*, 54(4):1074-80, 2011.
- Huxley, R.; Mendis, S.; Zheleznyakov, E.; Reddy, S. & Chan, J. Body mass index, waist circumference and waist:hip ratio as predictors of cardiovascular risk--a review of the literature. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 64(1):16-22, 2010.
- Hwaung, P.; Bosity-Westphal, A.; Muller, M. J.; Geisler, C.; Heo, M.; Thomas, D. M., Kennedy, S. & Heymsfield, S. B. Obesity tissue: composition, energy expenditure, and energy content in adult humans. *Obesity (Silver Spring)*, 27(9):1472-81, 2019.
- Kastberger, G. & Stachl, R. Infrared imaging technology and biological applications. *Behav. Res. Methods Instrum. Comput.*, 35(3):429-39, 2003.
- Kenny, G. P. & Flouris, A. D. *The Human Thermoregulatory System and its Response to Thermal Stress*. In: Wang, F. *Protective Clothing: Managing Thermal Stress*. San Diego (CA), Elsevier Science, 2014.
- Liberato, S. C.; Maple-Brown, L.; Bressan, J. & Hills, A. P. The relationships between body composition and cardiovascular risk factors in young Australian men. *Nutr. J.*, 12(1):108, 2013.
- Neves, E. B.; Vilaça-Alves, J.; Nogueira, I. R. A. & Reis, V. M. Influence of subcutaneous fat layer in skin temperature. *Motricidade*, 11(4):120-6, 2015.
- Ring, E. F. J. & Ammer, K. Infrared thermal imaging in medicine. *Physiol. Meas.*, 33(3):R33-46, 2012.
- Salamunes, A. C. C.; Stadnik, A. M. W. & Neves, E. B. The effect of body fat percentage and body fat distribution on skin surface temperature with infrared thermography. *J. Therm. Biol.*, 66:1-9, 2017.
- Savastano, D. M.; Gorbach, A. M.; Eden, H. S.; Brady, S. M.; Reynolds, J. C. & Yanovski, J. A. Adiposity and human regional body temperature. *Am. J. Clin. Nutr.*, 90(5):1124-31, 2009.
- Stewart, A.; Marfell-Jones, M.; Olds, T. & De Ridder, H. *International Standards for Anthropometric Assessment*. 3rd ed. Lower Hutt, International Society for Advancement of Kinanthropometry, 2011.
- Tattersall, G. J. Infrared thermography: A non-invasive window into thermal physiology. *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.*, 202:78-98, 2016.
- Thiruvengadam, J.; Anburajan, M.; Menaka, M.; Venkatraman, B. & Thiruvengadam, J. Potential of thermal imaging as a tool for prediction of cardiovascular disease. *J. Med. Phys.*, 39(2):98-105, 2014.
- Valentino, G.; Bustamante, M. J.; Orellana, L.; Krämer, V.; Durán, S.; Adasme, M.; Salazar A.; Ibarra, C.; Fernández Navarrete, C. & Acevedo, M. Body fat and its relationship with clustering of cardiovascular risk factors. *Nutr. Hosp.*, 31(5):2253-60, 2015.

Dirección para correspondencia:

Ildefonso Alvear-Ordenes.

FISAP, Instituto de Biomedicina (IBIOMED)

Campus de Vegazana, s/n 24071

León

ESPAÑA

E-mail: ialvor@unileon.es

Fernando Barraza-Gómez. orcid.org/0000-0002-3519-2108

Ildefonso Alvear-Ordenes. orcid.org/0000-0002-6870-4843

Rodrigo Yáñez-Sepúlveda. orcid.org/0000-0002-9311-6576

Gernot Hecht-Chau. orcid.org/0000-0002-8880-5190