



Junta de Andalucía  
Consejería de Turismo, Cultura y Deporte

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://www.juntadeandalucia.es/deporte/ramd>



Revisión



## Influencia de los parámetros antropométricos y la composición corporal en las imágenes termográficas

H. H. Teixeira Reis<sup>a</sup>, C. J. Brito<sup>b</sup>, A. Gomes da Silva<sup>c</sup>, M. Sillero-Quintana<sup>d</sup>, F. Zacaron Werneck<sup>e</sup>, I. Fernández-Cuevas<sup>d</sup>, M. Santos Cerqueira<sup>f</sup>, J. C. Bouzas Marins<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

<sup>b</sup> Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

<sup>c</sup> Escola Preparatória de Cadetes do Ar, Minas Gerais, Brasil

<sup>d</sup> Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España

<sup>e</sup> Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil

<sup>f</sup> Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Minas Gerais, Brasil

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO: Recibido el 7 de septiembre de 2022, aceptado el 20 de octubre de 2022, online el 20 de octubre de 2022.

### RESUMEN

La termografía infrarroja está siendo utilizada en la actualidad para medir la temperatura de la piel (Tsk) tanto en medicina como en ciencias del ejercicio. Sin embargo, para obtener una imagen termográfica de calidad, es necesario tener en cuenta factores que intervienen para evitar una interpretación errónea de los resultados observados, incluidos los factores antropométricos y de la composición corporal. Por lo tanto, el objetivo de esta revisión narrativa, es establecer cómo los parámetros antropométricos y de composición corporal pueden afectar los valores de Tsk, repercutiendo así en la evaluación de las imágenes termográficas. Los resultados de este estudio apuntan a un alto nivel de influencia de la superficie corporal y, especialmente, de la cantidad de grasa corporal en el patrón de normalidad esperado de la Tsk evaluada por termografía infrarroja, siendo los sujetos con mayor cantidad de grasa corporal quienes presentan menores valores de Tsk comparados con los de menor cantidad de grasa, algo que debería considerarse al evaluar a la población general y a los atletas con diferentes patrones de composición corporal.

**Palabras clave:** Termografía; Mapeo de temperatura; Antropometría; Tejido adiposo.

### Influence of anthropometric parameters and body composition in thermographic images

#### ABSTRACT

Infrared thermography has been recently used to measure skin temperature (Tsk) in both medicine and sports medicine. However, to obtain a quality thermographic image, it is necessary to observe intervening factors to avoid misinterpretation of the results, including anthropometric and body composition factors. Therefore, the objective of this narrative review is to establish how anthropometric and body composition parameters can affect the Tsk response, thus influencing the assessment of thermographic images. The results of this study point to a high level of influence of the body surface and, especially, of the amount of body fat in the expected Tsk pattern of normality evaluated by infrared thermography, being the subjects with higher amount of body fat who present lower Tsk values compared to those with lower body fat, which is something that should be considered when evaluating the general population and athletes with different body composition patterns.

**Keywords:** Thermography; Temperature mapping; Anthropometry; Adipose tissue.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [hhteixeirareis@gmail.com](mailto:hhteixeirareis@gmail.com) (H. H. Teixeira Reis).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2022.10.002>

e-ISSN: 2172-5063/ © 2022 Consejería de Turismo, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

## Influencia de parámetros antropométricos e de composición corporal em imagens termográficas

### RESUMO

A termografia infravermelha tem sido empregada de forma mais recente para mensurar a temperatura da pele (Tsk) sendo utilizada na medicina e também na medicina esportiva. Entretanto, para se obter uma imagem termográfica de qualidade, vários fatores intervenientes precisam ser observados para que se evite um erro de interpretação sobre os resultados observados, dentre eles os fatores antropométricos e de composição corporal. Assim que, o objetivo desta revisão narrativa é estabelecer de que forma os parâmetros antropométricos e de composição corporal podem afetar a resposta da Tsk, impactando assim na avaliação de imagens termográficas. Têm-se como principais conclusões que as evidências apontam para um elevado nível de influência da superfície corporal e especialmente da quantidade de gordura corporal sobre o padrão de normalidade esperada da Tsk avaliada por termografia infravermelha, de modo que indivíduos com maior quantidade de gordura corporal apresentam valores menores de Tsk quando comparados a indivíduos com menor quantidade, devendo assim ser considerado ao avaliar a população em geral e atletas com diferentes padrões de gordura corporal.

*Palavras-chave:* Termografia; Mapeamento de temperatura; Antropometria; Tecido adiposo.

### Introducción

Actualmente una de las formas de evaluar la temperatura de la piel (Tsk) es mediante el uso de imágenes termográficas<sup>1,2</sup>. Este tipo de imagen se ha utilizado como herramienta auxiliar en el diagnóstico de enfermedades como el cáncer, la neuropatía diabética, los trastornos vasculares y las lesiones musculares<sup>3-5</sup>. Más recientemente, se ha utilizado para determinar las alteraciones termorreguladoras resultantes de COVID-19<sup>6</sup>. Específicamente en el deporte, la termografía infrarroja (IRT) se ha utilizado como herramienta para detectar lesiones y procesos inflamatorios<sup>7</sup> del conocimiento previo sobre el patrón de normalidad térmica del individuo, que puede incidir directamente en la interpretación de la carga física realizada durante el entrenamiento físico del deportista<sup>8-10</sup>.

Para una evaluación cualificada de la normalidad térmica de la Tsk en reposo hay que tener en cuenta varios factores<sup>11</sup> como el género<sup>12</sup>, edad<sup>12</sup>, región corporal analizada<sup>13</sup> y la hora del día<sup>14</sup>. Esta combinación de factores aumenta la complejidad en la búsqueda de un diagnóstico correcto para identificar si una zona determinada está hipo- o hiper-irradiada, lo que indica la necesidad de realizar pruebas de imagen más elaboradas.

Es posible encontrar en la literatura estudios que evaluaron el perfil de normalidad térmica de ciertas poblaciones, como los de Marins et al.<sup>12</sup> con la población brasileña, de Zaproudina et al.<sup>15</sup> con la población finlandesa, de Zhu y Xin<sup>16</sup> con el chino y de Kolosovas-Machuca y González<sup>17</sup> con niños mexicanos. Sin embargo, en ninguno de estos estudios se tuvieron en cuenta factores intervenientes, como las características antropométricas y la composición corporal, a la hora de estandarizar los valores de normalidad térmica, lo que puede llevar a un error de interpretación, especialmente porque hay estudios que observan la tendencia a que un mayor porcentaje de grasa pueda interferir en la Tsk, como los estudios de Chudecka et al.<sup>18</sup>, Chudecka y Lubkowska<sup>19</sup>, Neves et al.<sup>20</sup> y Salamunes et al.<sup>21</sup>.

Por lo tanto, para tener una interpretación correcta de los valores de normalidad de la Tsk es importante establecer cómo la grasa corporal puede influir en esta lectura. Esto mejorará la capacidad de los profesionales de la medicina deportiva para interpretar estas imágenes, ya que dependiendo del deporte practicado, es natural que el porcentaje de grasa sea muy diferente, por ejemplo, un corredor de maratón<sup>22</sup> frente a un lanzador de peso<sup>23</sup>. Además, también puede aportar una forma de análisis crítico al registro de la Tsk de forma masiva, como se ha hecho, de forma exploratoria, en la identificación de COVID-19.

Este artículo de revisión se propone presentar las bases teóricas y las evidencias que señalan la magnitud de la influencia de los parámetros antropométricos y de la grasa corporal como factores que tienen el potencial de alterar la Tsk, modificando así la forma de análisis de las imágenes termográficas y, en consecuencia, la caracterización de un estado de normalidad o anormalidad

térmica. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es describir en que forma los parámetros antropométricos y de composición corporal pueden afectar a la respuesta de Tsk, repercutiendo así en la interpretación de las imágenes termográficas.

Comprender los principios fisiológicos del tejido adiposo, así como las características relacionadas a la grasa corporal, antropometría y su influencia en el mecanismo de termorregulación humana y, consecuentemente, en la Tsk, es fundamental para realizar una evaluación termográfica de calidad. Este trabajo lleva a cabo una revisión narrativa estructurada en cuatro apartados: 1) Tejido adiposo y ajustes termorreguladores; 2) El tejido adiposo como barrera física de transferencia de calor; 3) Parámetros antropométricos y ajustes térmicos; 4) Evidencias sobre la influencia de la grasa corporal con la Tsk. Cada uno de estos temas será presentado con mayor detalle a continuación.

#### 1. Tejido adiposo y ajustes termorreguladores.

El tejido adiposo es un órgano endocrino complejo, muy activo y que segrega hormonas, como la leptina, la adiponectina y las citoquinas<sup>24</sup>. Estas hormonas tienen una fuerte influencia en la termogénesis y la homeostasis energética, principalmente a través del aumento de la producción de calor en el músculo esquelético<sup>25,26</sup> y en la activación de las neuronas hipotalámicas implicadas en la regulación de la termogénesis sin temblores<sup>27</sup>.

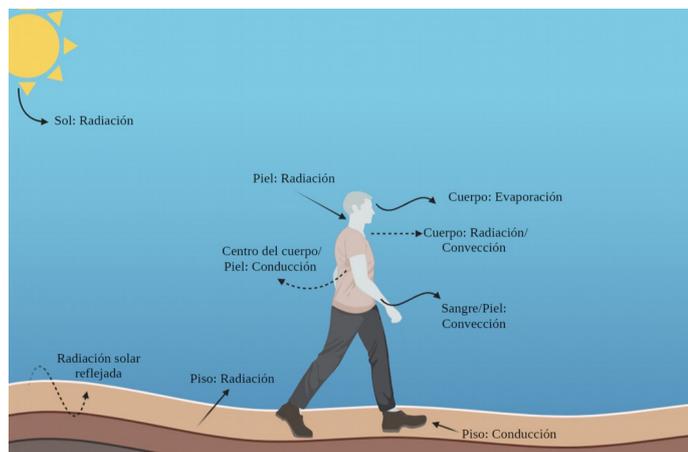
En el organismo, los lípidos se almacenan en 2 tipos de tejido: el tejido adiposo blanco (TAB) y el tejido adiposo marrón (TAM). El TAB es la estructura que promueve una mayor cantidad de energía para el cuerpo, además de tener la función de aislamiento y protección mecánica para algunos órganos vitales<sup>28,29</sup>. El TAM, a su vez, actúa, sobre todo, en la metabolización de los ácidos grasos, secretando también una serie de factores reguladores, principalmente impulsados por la termogenina<sup>30</sup>, una proteína desacopladora que tiene como función promover un mayor bombeo de protones localizados en la membrana mitocondrial interna, transportando los protones e electrones del espacio intermembrana hacia la matriz mitocondrial, disipando el gradiente de protones por medio de la membrana interna de la mitocondria y desprendiendo energía en forma de calor<sup>29-31</sup>. Este equilibrio de acciones entre el TAB y el TAM contribuye directamente al mantenimiento del equilibrio energético del organismo.

Estos factores, cuando se observan, pueden afectar directamente a una de las principales estructuras fisiológicas encargadas de mantener el equilibrio térmico, la piel, que, a través de sus receptores térmicos superficiales, ayuda a controlar la temperatura para preservar la funcionalidad vital del organismo<sup>32</sup>. Los depósitos de tejido adiposo en la hipodermis pueden actuar como aislante térmico, interfiriendo en la transferencia de calor entre el cuerpo y el ambiente y, por consiguiente, disminuyendo la Tsk<sup>33,34</sup>, lo que puede afectar directamente a los valores de

temperatura observados en esta región, afectando así al rango normal esperado de Tsk registrado durante las imágenes termográficas. Las personas con obesidad tienen una mayor tasa metabólica en reposo<sup>35</sup>, pues al tener mayor cantidad de tejido adiposo, secretan más leptina, adiponectina y citoquinas, lo que genera un aumento de la temperatura interna<sup>24-26</sup>. Además, también pueden presentar alteraciones en la microbiota intestinal<sup>36</sup>, que podría tener una relación directa en el control de la termogénesis humana<sup>37</sup>, modificando el metabolismo del individuo por medio de señales procedentes del intestino, produciendo mayores niveles de inflamación, resistencia a la insulina y aumento en la cantidad de grasa local<sup>38</sup>.

## 2. El tejido adiposo como barrera física de transferencia de calor.

La temperatura corporal (TC) está controlada por el centro termorregulador situado en la parte anterior del hipotálamo y es el resultado de un complejo equilibrio entre los procesos metabólicos y la actividad muscular<sup>39,40</sup>, junto con las condiciones climáticas en las que se encuentra el sujeto. Para el buen funcionamiento del organismo, la temperatura interna del cuerpo debe mantenerse aproximadamente a 37,0°C<sup>41</sup>. Existen mecanismos físicos que actúan en la regulación de esta temperatura, como la radiación, la convección, la conducción y la evaporación. La generación de calor interno - especialmente cuando se genera por el ejercicio físico-, el entorno en el que se inserta la persona -tierra o agua-, además de la temperatura, la humedad, la velocidad del viento y la radiación solar, influirán en la acción de estos mecanismos. La figura 1 muestra los principales factores relacionados con el equilibrio térmico.

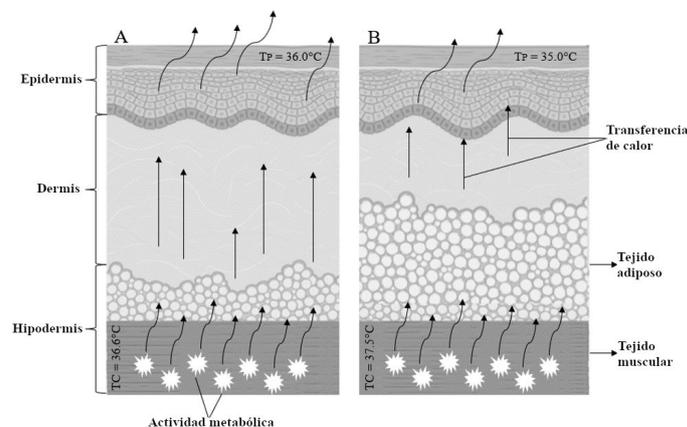


**Figura 1.** Mecanismos de intercambio de calor y su acción en el ser humano. Fuente: *Elaboración propia*.

Uno de los factores que influyen de forma diferente en Tsk en las personas obesas es el proceso de conducción<sup>42</sup>. Este proceso de transferencia de calor se produce de un cuerpo a otro a través de un agente líquido, sólido o gaseoso. Este intercambio de calor está directamente asociado con el gradiente de temperatura entre las superficies, la conductividad térmica del material, el espesor y el área de contacto entre las superficies<sup>42</sup>. El nivel de actividad metabólica de una determinada zona central del cuerpo es una fuente de generación de calor<sup>43</sup>. Este calor se transfiere entre los tejidos hacia la piel por la diferencia de gradiente desde la región más caliente a la más fría, por lo que se produce una reducción gradual de la temperatura en función de las capas de tejido que existen entre la piel y la región productora de calor.

Una persona con una mayor acumulación de grasa corporal creará una mayor barrera física, disminuyendo la capacidad de perder calor debido a este mecanismo físico<sup>44,45</sup>. Esto ocurre

porque el tejido adiposo presenta valores de conductividad térmica menores<sup>46,47</sup> que el tejido muscular<sup>46,48,49</sup>, dermis<sup>49</sup> e epidermis<sup>50</sup>, haciendo que sujetos con mayores cantidades de grasa retengan más el calor, dificultando su intercambio entre el organismo y ambiente. Ésta es una adaptación positiva en ambientes fríos, porque la grasa actúa como agente aislante, reduciendo el riesgo de hipotermia<sup>45</sup>. La figura 2 presenta este aspecto del grosor de la grasa corporal como agente influyente en el proceso físico de la conducción.



**Figura 2.** Representación del proceso de generación y transferencia de calor en un individuo con bajo (A) y alto porcentaje de grasa (B). TC: Temperatura Corporal. Fuente: *Elaboración propia*.

## 3. Parámetros antropométricos y ajustes térmicos;

Se han relacionado algunos aspectos antropométricos como posibles influyentes en el TC, como el tamaño de la superficie corporal, la cantidad de masa corporal, el índice de masa corporal (IMC) y la composición corporal.

### 3.1 Área de Superficie Corporal (SC)

Cuando se expone a la temperatura ambiente, la superficie corporal es un factor importante que está directamente relacionado con la capacidad de intercambiar calor con el entorno. Los individuos con mayores dimensiones presentan una mayor tasa de convección, radiación y evaporación que los individuos con menores dimensiones, lo que permite una mayor pérdida o absorción de calor<sup>51</sup>.

De este modo, los individuos con una mayor superficie corporal, al salir de un ambiente cálido a un ambiente frío son capaces de mantener los valores de TC de forma más eficiente que los individuos con una menor superficie corporal<sup>51</sup>. Además, dado que esta característica influye directamente en el intercambio de calor, los individuos con una menor área de exposición tienen un efecto de disipación de calor mucho más limitado, lo que, analizando exclusivamente por este factor, puede llevar a problemas en el control termorregulador<sup>51</sup>.

La SC parece ser un factor importante a considerar ya que tiene un efecto potencial en el rango normal de Tsk captado por las imágenes termográficas. Esto hace que sea necesario realizar un perfil térmico específico al evaluar a los niños y a los adultos.

### 3.2 Masa Corporal

Desde una perspectiva termodinámica, la masa corporal desempeña dos importantes funciones en el intercambio de energía térmica del ser humano. En primer lugar, la masa es la parte interna del cuerpo que disipa el calor y, por tanto,

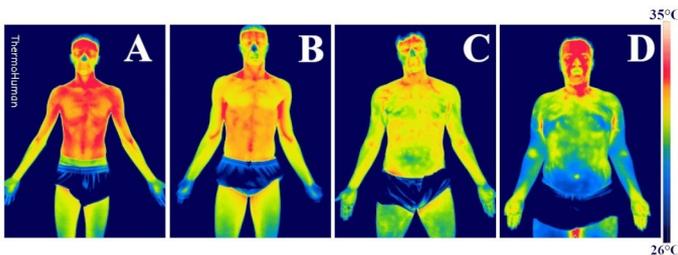
contribuye a su variación térmica y a su mantenimiento. En segundo lugar, el coste energético necesario para realizar el intercambio de calor con el entorno es mayor en los individuos más pesados<sup>52</sup>.

Durante el estrés térmico elevado, una mayor cantidad de masa corporal también puede influir en la tasa de aumento de la temperatura central<sup>53,54</sup>. Teóricamente, a una temperatura ambiente elevada, las tasas de intercambio de calor en relación con la cantidad de superficie corporal son similares, independientemente del tamaño del cuerpo. Sin embargo, las correspondientes tasas de intercambio de calor por unidad de masa son mayores en los individuos más ligeros. Como resultado, la tasa de almacenamiento de calor debería ser mayor para una carga de calor metabólica equivalente y debería dar lugar a mayores cambios de temperatura central entre los individuos con una menor relación entre la masa y la superficie corporal<sup>54,55</sup>.

Hasta la fecha (agosto de 2022), no se han identificado estudios de perfil térmico en poblaciones con gran masa muscular como los fisiculturistas para observar, por ejemplo, si mayores cantidades de la masa corporal magra podrían repercutir en la Tsk, en comparación con personas con valores normativos de masa muscular, lo que genera un interesante campo de estudio en el futuro próximo.

### 3.3 Índice de Masa Corporal

En algunos estudios se ha demostrado que el IMC se asocia positivamente con la temperatura corporal<sup>35,56,57</sup>, un hecho que puede atribuirse a un mayor aislamiento térmico debido a una capa más gruesa de tejido adiposo subcutáneo<sup>44,45</sup>, lo que hace que los individuos con obesidad sean capaces de mantener su CT mejor controlado en ambientes fríos, pero tienen mayor dificultad para disipar este calor interno en ambientes calientes, haciéndolos más susceptibles a situaciones de hipertermia<sup>58</sup>. De forma práctica, el impacto en la Tsk en las regiones con acumulación de grasa corporal puede observarse como se muestra en la Figura 3, en la que la temperatura de la región anterior del tronco puede variar hasta 3,5°C al comparar sujetos con diferentes rangos de IMC.



**Figura 3.** Efectos promovidos por diferentes rangos de IMC en Tsk. Nota: A - Peso bajo; B - Peso normal; C - Sobrepeso y; D - Obesidad. Fuente: Imágenes de la base de datos del Laboratorio de Rendimiento Humano - Universidad Federal de Viçosa – Brasil.

### 3.4 Composición Corporal

La relación entre la cantidad de tejido muscular magro, grasa corporal y hueso y la masa corporal total determina la capacidad térmica media del cuerpo. El calor específico de la grasa es mayor que el de otros tejidos adyacentes, lo que hace que se considere un aislante térmico al tener una menor capacidad de disipar el calor, afectando directamente al mantenimiento de la homeostasis corporal<sup>48</sup>. En consecuencia, los individuos con mayor cantidad de tejido adiposo acumulan valores de temperatura central más elevados<sup>35</sup>.

Los cambios en estos tres patrones de influencia suelen observarse en personas con obesidad, una condición asociada a una mayor cantidad de calor interno total en el cuerpo, hace que

los valores metabólicos en reposo de los individuos obesos sean más altos que en los individuos con bajo índice de adiposidad debido a la mayor cantidad de masa libre de grasa, que es mayor en las personas obesas, lo que aumenta la cantidad de calor generado<sup>35</sup>. Al mismo tiempo, el alto contenido de grasa crea una barrera aislante para la conducción y el intercambio de calor y, por lo tanto, reduce la capacidad del cuerpo para responder eficazmente a los cambios de la temperatura ambiente, de modo que el tejido adiposo atenúa la transferencia de calor<sup>59</sup>. Así, existe un importante indicio de que la anormalidad térmica por IRT será diferente según la cantidad de grasa corporal, lo que generará la necesidad de establecer estándares de normalidad térmica específicos según la grasa corporal, ayudando a la interpretación de las imágenes.

Otro componente de la composición corporal afectado por la obesidad es la densidad mineral ósea (DMO), principalmente el contenido mineral óseo<sup>60-62</sup>. La DMO en personas con obesidad es mayor que la de las personas sin sobrepeso debido a la mayor sobrecarga mecánica a la que se ve sometido el tejido óseo y a alteraciones hormonales, principalmente unos altos niveles de adipocinas comúnmente asociados a la obesidad<sup>63,64</sup>, y que pueden promover acciones tanto de carácter anabólico como catabólico en el osteoblasto<sup>65,66</sup>. Además, la DMO parece tener una relación positiva con la cantidad de TAM en el organismo, lo que puede promover una mayor producción de calor y, como consecuencia, aumentar la temperatura corporal del individuo, influenciando directamente el mecanismo de termorregulación<sup>67-69</sup>.

Otro factor que afecta a los procesos de emisión de calor es la microcirculación cutánea que, debido a los procesos inflamatorios derivados de la obesidad, acaba viéndose perjudicada y generando un proceso vasoconstrictor<sup>70</sup>. Esta situación genera una alteración directa en los valores de perfusión sanguínea de la superficie de la piel, provocando una reducción de su temperatura<sup>33,34</sup>.

Por lo tanto, la obesidad, asociada a un aumento de la superficie corporal, de la masa corporal, de la cantidad de grasa y de los parámetros inflamatorios, tiene el potencial de influir directamente en el control de la temperatura central, haciendo que todo el mecanismo de ganancia y pérdida de calor sea diferente y alterando la respuesta de varias estructuras fisiológicas responsables de la termorregulación, incluida la piel.

Finalmente, el factor edad puede influir de manera muy importante en la Tsk de los humanos. En el caso de los niños, el control térmico se ve muy afectado por la proporción de superficie corporal, que es muy distinta a la del adulto. Además, el sistema nervioso central y periférico de los niños aún no están totalmente maduro para generar una respuesta térmica apropiada<sup>71-73</sup>.

Es importante destacar que, a lo largo del proceso de envejecimiento, el organismo presenta diversas alteraciones relacionadas con el control de la TC y, consecuentemente, de la Tsk<sup>74</sup>. Factores como la variación de la composición corporal (pérdida de masa magra y ganancia de grasa), la disminución de la capacidad de producción y disipar de calor, el cambio del área de superficie corporal en relación al peso, las modificaciones en la actividad del sistema nervioso central, además de aspectos termosensoriales periféricos deben ser considerados durante una valoración de la TC a lo largo de la vida<sup>75</sup>.

La menor cantidad de masa corporal magra en sujetos mayores produce una reducción de la actividad metabólica, un factor importante en la producción de calor, además de una disminución de la cantidad de agua en el organismo, factor que ayuda en la transferencia de calor<sup>76</sup>. Se puede añadir, una tendencia a padecer trastornos vasculares, especialmente en sujetos diabéticos<sup>77</sup>, perjudicando la circulación sanguínea y, consecuentemente, la perfusión de los tejidos, influyendo negativamente en la pérdida de calor tanto por radiación como por convección<sup>78</sup>. Por último, las alteraciones endocrinas que aparecen con la edad también pueden producir alteraciones en el metabolismo de los individuos<sup>24-26</sup> que pueden alterar la Tsk.

#### 4. Pruebas sobre la influencia de la grasa corporal con Tsk

Se han desarrollado una serie de estudios que buscan identificar la relación entre la grasa corporal y la Tsk, encontrando evidencias muy interesantes que pueden ayudar a entender este proceso e incluso a interpretar las imágenes termográficas.

Livingstone et al.<sup>79</sup> dividieron a 17 hombres de entre 21 y 56 años en tres grupos según el porcentaje de grasa: 7.6-13.6%, 17.4-22.1% y 27.1-46.4%, clasificados respectivamente como delgados, intermedios y obesos. Las regiones anterior y posterior del cuerpo, en las porciones superior e inferior, fueron evaluadas, y se observó que los individuos que tenían un mayor porcentaje de grasa tenían un Tsk más bajo.

Chudecka et al.<sup>18</sup> y Chudecka y Lubkowska<sup>80</sup> evaluaron la influencia de diferentes rangos de clasificación del IMC en Tsk. En el primer estudio<sup>18</sup> la Tsk de 20 mujeres consideradas obesas (IMC > 30 kg/m<sup>2</sup>) se comparó con la de 20 mujeres con IMC considerado normal (18,5-24,99 kg/m<sup>2</sup>), se observó una diferencia de temperatura en la región de los brazos, la espalda, el abdomen, los muslos y las piernas, además de una correlación negativa entre la Tsk y el porcentaje de grasa para las regiones del abdomen y el muslo. En el segundo estudio<sup>80</sup> al comparar la influencia de un IMC considerado normal (18,5-24,99 kg/m<sup>2</sup>) con el IMC de las mujeres con anorexia (< 17 kg/m<sup>2</sup>), con edades comprendidas entre los 18 y los 24 años, verificó un aumento de la Tsk en la región de la espalda, abdomen, muslos y pantorrillas en las mujeres con anorexia, además de una correlación negativa entre el IMC y el porcentaje de grasa para la región del abdomen. En ambos estudios se evaluaron las regiones del tórax, el abdomen, los brazos, las manos, los muslos y las piernas, tanto en la vista anterior como en la posterior, además de obtener los valores del porcentaje de grasa mediante la evaluación de la bioimpedancia.

Siah y Childs<sup>81</sup> utilizando también la IRT para verificar la Tsk de la región del abdomen, evaluó a 30 participantes (23 hombres y 7 mujeres), divididos en tres rangos de clasificación del IMC: delgado (<18.5 kg/m<sup>2</sup>), normal (18.6-24.9 kg/m<sup>2</sup>) y con sobrepeso (>25.0 kg/m<sup>2</sup>). Como resultado, observaron que la Tsk presentaba un parámetro decreciente para los individuos con sobrepeso en comparación con los otros rangos de clasificación en la región analizada.

Salamunes et al.<sup>21</sup> y Neves et al.<sup>20</sup> utilizaron la técnica de Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DXA) para comparar los efectos del porcentaje de grasa en los valores de Tsk, evaluados mediante la IRT. Salamunes<sup>21</sup>, evaluando a 130 mujeres de entre 18 y 35 años, observó una correlación negativa entre los valores de Tsk y el porcentaje de grasa para las regiones de brazos, abdomen, espalda, muslos y pantorrillas. Asimismo, Neves et al.<sup>20</sup> al evaluar a 94 participantes (47 hombres y 47 mujeres), con edades comprendidas entre los 18 y los 28 años, se observó un patrón de correlación negativa entre la Tsk y el porcentaje de grasa para las regiones de tronco, brazos y piernas, en las vistas anterior y posterior, en los hombres, y en las regiones de brazos y piernas, en la vista anterior, y tronco y piernas, en la vista posterior, en las mujeres. Todos estos estudios señalan que es necesario que los trabajos en los que se establece el perfil térmico, es necesario considerar el impacto de la grasa corporal en la Tsk, con el objetivo de evitar interpretaciones inadecuadas de las imágenes.

La cantidad de grasa corporal en Tsk también parece afectar el proceso de termorregulación en durante el ejercicio. Weigert et al.<sup>82</sup> a su vez, evaluó el impacto del porcentaje de grasa, evaluado a través de la técnica de pliegues cutáneos, en la Tsk en 38 hombres, con edad entre 19 y 32 años, tras la realización de ejercicios resistidos y comprobó que los participantes considerados obesos (≥25% de grasa) presentaron una menor elevación de la Tsk que los individuos considerados normales (<25% de grasa) al final del protocolo de ejercicios, presentando, además, un patrón más heterogéneo en la distribución de los puntos de calentamiento. Además, al observar el comportamiento de la Tsk a lo largo del

tiempo, comprobaron que, incluso con una elevación menor de la Tsk al final de la sesión de ejercicio resistido, los individuos considerados obesos mantenían este patrón de elevación durante un periodo de tiempo más largo.

Por otro lado, un artículo señaló resultados contradictorios utilizando la termografía dinámica, que, a diferencia del modelo tradicional, monitoriza la respuesta de una determinada región corporal de interés a un estrés térmico, ya sea de frío o calor; evaluando la respuesta de la Tsk<sup>83</sup>. Payne et al.<sup>84</sup> utilizó la técnica IRT para verificar si el tamaño y la composición corporal, medidos por bioimpedancia, influirían en el recalentamiento de la región de la mano tras la exposición al frío. Las manos de 114 participantes (63 mujeres y 51 hombres), con edades comprendidas entre los 18 y los 48 años, se sumergieron en agua helada y se evaluó la Tsk en los momentos posteriores a la inmersión. No se encontró ninguna relación entre los parámetros evaluados y la capacidad de recalentamiento de las manos en Tsk, lo que indica que, en estas condiciones, para esta región de interés, el tamaño corporal y el porcentaje de grasa no tienen ninguna influencia. Es posible que esta región, por estar ricamente vascularizada, y por la técnica utilizada para el registro (termografía dinámica), no tenga efecto de la grasa corporal.

#### Implicaciones Prácticas

La valoración correcta de las imágenes termográficas es esencial para establecer un estándar de normalidad térmica, ya sea individualmente o en una población específica.

En el caso de la evaluación individual, especialmente en los atletas, es necesario tener en cuenta los factores presentados en esta revisión, sobre todo en aquellos en los que el porcentaje de grasa suele ser mayor, como los deportistas de atletismo en las pruebas de lanzamiento y los luchadores de categoría de peso más altas.

Otra condición especial es cuando el deportista de ja de realizar actividad física durante un determinado periodo de tiempo (entre temporadas o por lesión). En estos casos se espera un aumento de peso debido a la inactividad, lo que promueve cambios en la composición corporal y la consiguiente variación de los valores de Tsk. Si durante el seguimiento de este atleta a través de la IRT no se observan los aspectos presentados en este trabajo, la interpretación de un cuadro de normalidad térmica podría ser inadecuada.

Asimismo, en situaciones de diagnóstico poblacional, es importante que los investigadores consideren los factores antropométricos y de composición corporal en el momento de la caracterización, por lo que cada región específica puede presentar un perfil poblacional de composición corporal totalmente diferente, lo que dará lugar variaciones en los valores de Tsk, las cuales, en un estudio de gran envergadura, puede generar problemas de interpretación y consideración de las imágenes obtenidas por la cámara termográfica.

Como recomendación final, considerando la importancia de establecer el perfil térmico mediante IRT en la población general y de los atletas de diferentes modalidades deportivas en particular es necesario que en la información metodológica de los artículos se indiquen los parámetros antropométricos relacionados con la superficie corporal, el grosor de los pliegues cutáneos y el porcentaje de grasa, para que pueda ayudar en la evaluación de las imágenes térmicas obtenidas, además de proporcionar una base documental para estudios más detallados sobre el tema. También es importante que se lleven a cabo estudios empleando IRT para establecer el efecto del factor edad, especialmente en jóvenes antes de la pubertad o personas mayores con más de 60 años, ya que los factores antropométricos, especialmente la relación de "masa magra vs. masa grasa" corporal, puede cambiar mucho en función de la edad. Otra posibilidad de estudio que podría ser verificar la relación entre la DMO y la Tsk evaluada por IRT, debido

a que esta variable también parece presentar ligada al proceso de termorregulación en los seres humanos.

### Conclusión

Existen fuertes evidencias de que la obesidad es una condición que afecta directamente a la temperatura de la piel debido a la influencia de ciertas características antropométricas como la superficie corporal y la composición corporal, específicamente la cantidad de grasa corporal, la cual presenta una relación inversa con la Tsk. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta estos factores especialmente cuando se interpreta el patrón de normalidad térmica de un sujeto obtenido por IRT, tanto en la población general como en deportistas con diferentes valores de grasa corporal.

### Bibliografía

1. [Adams S, Bucknall T, Kouzani A. An initial study on the agreement of body temperatures measured by infrared cameras and oral thermometry. Sci Rep \[Internet\]. 2021;11\(1\):1-10.](#)
2. [Wang Q, Zhou Y, Ghassemi P, McBride D, Casamento JP, Pfefer TJ. Infrared thermography for measuring elevated body temperature: Clinical accuracy, calibration, and evaluation. Sensors. 2022;22\(1\):1-25.](#)
3. [Lahiri BB, Bagavathiappan S, Jayakumar T, Philip J. Medical applications of infrared thermography: A review. Infrared Phys Technol \[Internet\]. 2012;55\(4\):221-35.](#)
4. [Shimatani A, Hoshi M, Oebisu N, Iwai T, Takada N, Nakamura H. Clinical significance of thermal detection of soft-tissue tumors. Int J Clin Oncol \[Internet\]. 2020;25\(7\):1418-24.](#)
5. [dos Santos Bunn P, Miranda MEK, Rodrigues AI, de Souza Sodré R, Neves EB, Bezerra da Silva E. Infrared thermography and musculoskeletal injuries: A systematic review with meta-analysis. Infrared Phys Technol \[Internet\]. 2020;109\(April\):103435.](#)
6. [Perpetuini D, Filippini C, Cardone D, Merla A. An overview of thermal infrared imaging-based screenings during pandemic emergencies. Int J Environ Res Public Health. 2021;18\(6\):1-12.](#)
7. [Hillen B, Pfirmann D, Nägele M, Simon P. Infrared thermography in exercise physiology: the dawning of exercise radiomics. Sports Med \[Internet\]. 2020;50\(2\):263-82.](#)
8. [Matta L, Rhea M, Maior S. Physiological evaluation post-match as implications to prevent injury in elite soccer players. Arch Med Deporte. 2019;36\(4\):220-6.](#)
9. [Fernandes AA, Pimenta EM, Moreira DG, Marins JCB, Garcia ES. Application of infrared thermography in the assessment of muscle damage in elite soccer athletes. MOJ Orthop Rheumatol. 2017;8\(5\):5-6.](#)
10. [Korman P, Kusy K, Kantanista A, Straburzyńska-Lupa A, Zieliński J. Temperature and creatine kinase changes during a 10d taper period in sprinters. Physiol Meas. 2021;42\(12\):124001.](#)
11. [Fernández-Cuevas I, Bouzas Marins JC, Arnáiz Lastras J, Gómez Carmona PM, Piñonosa Cano S, García-Concepción MÁ, et al. Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: A review. Infrared Phys Technol. 2015;71:28-55.](#)
12. [Marins JCB, Fernandes AA, Cano SP, Moreira DG, da Silva FS, Costa CMA, et al. Thermal body patterns for healthy Brazilian adults \(male and female\). J Therm Biol \[Internet\]. 2014;42\(1\):1-8.](#)
13. [Marins JCB, Formenti D, Costa CMA, de Andrade Fernandes A, Sillero-Quintana M. Circadian and gender differences in skin temperature in militaries by thermography. Infrared Phys Technol \[Internet\]. 2015;71:322-8.](#)
14. [Costa CMA, Sillero-Quintana M, Piñonosa Cano S, Moreira DG, Brito CJ, Fernandes AA, et al. Daily oscillations of skin temperature in military personnel using thermography. J R Army Med Corps. 2016;162\(5\):335-42.](#)
15. [Zaproudina N, Yarmavuo V, Airaksinen O, Närhi M. Reproducibility of infrared thermography measurements in healthy individuals. Physiol Meas. 2008;29\(4\):515-24.](#)
16. [Zhu WP, Xin XR. Study on the distribution pattern of skin temperature in normal Chinese and detection of the depth of early burn wound by infrared thermography. Ann N Y Acad Sci. 1999;888:300-13.](#)
17. [Kolosovas-Machuca ES, González FJ. Distribution of skin temperature in Mexican children. Skin Res Technol. 2011;17\(3\):326-31.](#)
18. [Chudecka M, Lubkowska A, Kempńska-Podhorodecka A. Body surface temperature distribution in relation to body composition in obese women. J Therm Biol. 2014;43\(1\):1-6.](#)

**Autoría.** Todos los autores han contribuido intelectualmente en el desarrollo del trabajo, asumen la responsabilidad de los contenidos y, asimismo, están de acuerdo con la versión definitiva del artículo. **Financiación.** FAPEMIG. **Agradecimientos.** CAPES. **Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener conflicto de intereses. **Origen y revisión.** No se ha realizado por encargo, la revisión ha sido externa y por pares. **Responsabilidades éticas.** Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos están conforme a las normas éticas de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Confidencialidad: Los autores declaran que han seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros para acceder a los datos de las historias clínicas para poder realizar este tipo de publicación con el objeto de realizar una investigación/divulgación para la comunidad. Privacidad: Los autores declaran que no aparecen datos de los pacientes en este artículo.

19. [Chudecka M, Lubkowska A. Thermal maps of young women and men. \*Infrared Phys Technol\* \[Internet\]. 2015;69:81–7.](#)
20. [Neves EB, Salamunes ACC, de Oliveira RM, Stadnik AMW. Effect of body fat and gender on body temperature distribution. \*J Therm Biol\* \[Internet\]. 2017;70:1–8.](#)
21. [Salamunes ACC, Stadnik AM, Neves EB. The effect of body fat percentage and body fat distribution on skin surface temperature with infrared thermography. \*J Therm Biol\* \[Internet\]. 2017;66\(November 2016\):1–9.](#)
22. [Citarella R, Itani L, Intini V, Zucchini G, Scevaroli S, Tannir H, et al. Association between dietary practice, body composition, training volume and sport performance in 100-Km elite ultramarathon runners. \*Clin Nutr ESPEN\*. 2021 Apr 1;42:239–43.](#)
23. [Kyriazis T, Terzis G, Karampatsos G, Kavouras S, Georgiadis G. Body composition and performance in shot put athletes at preseason and at competition. \*Int J Sports Physiol Perform\*. 2010;5:417–21.](#)
24. [Kershaw EE, Flier JS. Adipose tissue as an endocrine organ. \*J Clin Endocrinol Metab\*. 2004;89\(6\):2548–56.](#)
25. [Fischer AW, Hoefig CS, Abreu-Vieira G, de Jong JMA, Petrovic N, Mittag J, et al. Leptin raises defended body temperature without activating thermogenesis. \*Cell Rep\* \[Internet\]. 2016;14\(7\):1621–31.](#)
26. [Henry BA, Andrews ZB, Rao A, Clarke IJ. Central leptin activates mitochondrial function and increases heat production in skeletal muscle. \*Endocrinology\*. 2011;152\(7\):2609–18.](#)
27. [Yu S, Qualls-Creekmore E, Rezai-Zadeh K, Jiang Y, Berthoud HR, Morrison CD, et al. Glutamatergic preoptic area neurons that express leptin receptors drive temperature-dependent body weight homeostasis. \*J Neurosci\*. 2016;36\(18\):5034–46.](#)
28. [Vaughan M. The production and release of glycerol by adipose tissue incubated in vitro. \*J Biol Chem\* \[Internet\]. 1962;237\(11\):3354–8.](#)
29. [Blondin DP, Labbé SM, Phoenix S, Guérin B, Turcotte ÉE, Richard D, et al. Contributions of white and brown adipose tissues and skeletal muscles to acute cold-induced metabolic responses in healthy men. \*J Physiol\*. 2015;593\(3\):701–14.](#)
30. [Kitahara T, Li HS, Balaban CD. Localization of the mitochondrial uncoupling protein family in the rat inner ear. \*Hear Res\*. 2004 Oct;196\(1–2\):39–48.](#)
31. [Cannon B, Nedergaard J. Brown adipose tissue: function and physiological significance. \*Physiol Rev\*. 2004;84\(1\):277–359.](#)
32. [Charkoudian N. Mechanisms and modifiers of reflex induced cutaneous vasodilation and vasoconstriction in humans. \*J Appl Physiol\* \[Internet\]. 2010;109\(4\):1221–8.](#)
33. [Gatidis S, Schmidt H, Pfannenberga CA, Nikolaou K, Schick F, Schwenzel NF. Is it possible to detect activated brown adipose tissue in humans using single-time-point infrared thermography under thermoneutral conditions? Impact of BMI and subcutaneous adipose tissue thickness. \*PLoS One\*. 2016;11\(3\).](#)
34. [Neves EB, Moreira TR, Lemos RJ, Vilça-Alves J, Rosa C, Reis VM. The influence of subcutaneous fat in the skin temperature variation rate during exercise. \*Res Biomed Eng\*. 2015;31\(4\):307–12.](#)
35. [Hoffmann ME, Rodriguez SM, Zeiss DM, Wachsberg KN, Kushner RF, Landsberg L, et al. 24-h core temperature in obese and lean men and women. \*Obesity \(Silver Spring\)\*. 2012;20\(8\):1585–90.](#)
36. [Seganfredo FB, Blume CA, Moehlecke M, Giongo A, Casagrande DS, Spolidoro JVN, et al. Weight-loss interventions and gut microbiota changes in overweight and obese patients: a systematic review. \*Obes Rev\*. 2017;18\(8\):832–51.](#)
37. [Chevalier C, Stojanović O, Colin DJ, Suarez-Zamorano N, Tarallo V, Veyrat-Durebex c, et al. Gut microbiota orchestrates energy homeostasis during cold. \*Cell\*. 2015;163\(6\):1360–74.](#)
38. [Bleau C, Karelis AD, St-Pierre DH, Lamontagne L. Crosstalk between intestinal microbiota, adipose tissue and skeletal muscle as an early event in systemic low-grade inflammation and the development of obesity and diabetes. \*Diabetes Metab Res Rev\*. 2015;31\(6\):545–61.](#)
39. [Burton C. Temperature Regulation. \*Annu Rev Physiol\*. 1939;1:109–30.](#)
40. [Moorhouse VHK. Effect of increased temperature of the carotid blood. \*Am J Physiol\*. 1911;28:223–34.](#)
41. [Sund-Levander M, Forsberg C, Wahren LK. Normal oral, rectal, tympanic and axillary body temperature in adult men and women: a systematic literature review. \*Scand J Caring Sci\*. 2002;16\(2\):122–8.](#)
42. [Lim CL. Fundamental concepts of human thermoregulation and adaptation to heat: A review in the context of global warming. \*Int J Environ Res Public Health\*. 2020;17\(21\):1–33.](#)
43. [Daanen HA, van Es EM, de Graaf JL. Heat strain and gross efficiency during endurance exercise after lower, upper, or whole body precooling in the heat. \*Int J Sports Med\*. 2006;27\(5\):379–88.](#)
44. [Jequier E, Gyax PH, Pittet P, Vannotti A. Increased thermal body insulation: relationship to the development of obesity. \*J Appl Physiol\*. 1974;36\(6\):674–8.](#)
45. [Castellani JW, Young AJ. Human physiological responses to cold exposure: Acute responses and acclimatization to prolonged exposure. \*Auton Neurosci\* \[Internet\]. 2016;196:63–74.](#)
46. [Hatfield H, Pugh L. Thermal conductivity of human fat and muscle. \*Nature \(Lond\)\*. 1951;168:918–9.](#)
47. [Hardy J, Soderstrom G. Heat loss from the nude body and peripheral blood flow. \*J Nutr\*. 1938;16:493–510.](#)
48. [Breuer H. The thermal conductivity of muscle and fat. \*Pflug Arch ges Physiol\*. 1924;204:442–7.](#)
49. [Lipkin M, Hardy J. Measurement of some thermal properties of human tissues. \*J Appl Physiol\*. 1954;7:212–7.](#)
50. [Lefreuve J. Studies of the thermal conductivity of skin in-vivo and the variations induced by changes in the surrounding temperature. \*J Phys Theor Appl\*. 1901;10\(1\):380–8.](#)
51. [Cramer MN, Jay O. Biophysical aspects of human thermoregulation during heat stress. \*Auton Neurosci\* \[Internet\]. 2016;196:3–13.](#)
52. [Passmore R, Durnin JVGA. Human energy expenditure. \*Physiol Rev\*. 1955;35:801–40.](#)
53. [Shvartz E, Saar E, Benor D. Physique and heat tolerance in hot-dry and hot-humid environments. \*J Appl Physiol\*. 1973;34\(6\):799–803.](#)
54. [Marino FE, Mbambo Z, Kortekaas E, Wilson G, Lambert MI, Noakes TD, et al. Advantages of smaller body mass during distance running in warm, humid environments. \*Pflugers Arch\*. 2000;441:359–67.](#)
55. [Ravanelli N, Cramer M, Jay O. Comparing changes in core temperature between groups differing greatly in body morphology during exercise in an uncompensable environment. \*Med Sci Sports Exercise\*. 2015;47:496.](#)
56. [Waaen J, Buxbaum JN. Is older colder or colder older? The association of age with body temperature in 18,630 individuals. \*J Gerontol A Biol Sci Med Sci\*. 2011;66\(5\):487–92.](#)
57. [Bastardot F, Marques-Vidal P, Vollenweider P. Association of body temperature with obesity. The CoLaus study. \*Int J Obes\* \[Internet\]. 2019;43\(5\):1026–33.](#)
58. [Speakman JR. Obesity and thermoregulation. En: Romanovsky AA, editor. \*Handbook of Clinical Neurology\*. Amsterdam: Elsevier B.V.;2018. p. 431–43.](#)
59. [Dervis S, Coombs GB, Chaseling GK, Filingeri D, Smoljanic J, Jay O. A comparison of thermoregulatory responses to exercise between mass-matched groups with large differences in body fat. \*J Appl Physiol\*. 2016;120:615–23.](#)
60. [Frost HM. Obesity, and bone strength and “mass”: a tutorial based on insights from a new paradigm. \*Bone\*. 1997;21\(3\):211–4.](#)

61. [Zhao LJ, Liu YJ, Liu PY, Hamilton J, Recker RR, Deng HW. Relationship of obesity with osteoporosis. J Clin Endocrinol Metab. 2007;92\(5\):1640–6.](#)
62. [Shapses SA, Sukumar D. Bone metabolism in obesity and weight loss. Annu Rev Nutr. 2012;32:287–309.](#)
63. [Dimitri P, Wales JK, Bishop N. Adipokines, bone-derived factors and bone turnover in obese children; evidence for altered fat-bone signalling resulting in reduced bone mass. Bone. 2011;48\(2\):189–96.](#)
64. [Shapses SA, Riedt CS. Bone, body weight, and weight reduction: what are the concerns? J Nutr. 2006;136\(6\):1–8.](#)
65. [Pistilli EE, Gordish-Dressman H, Seip RL, Devaney JM, Thompson PD, Price TB, et al. Resistin polymorphisms are associated with muscle, bone, and fat phenotypes in white men and women. Obesity \(Silver Spring\). 2007;15\(2\):392–402.](#)
66. [Peng XD, Xie H, Zhao Q, Wu XP, Sun ZQ, Liao EY. Relationships between serum adiponectin, leptin, resistin, visfatin levels and bone mineral density, and bone biochemical markers in Chinese men. Clinica Chimica Acta. 2008;387\(1–2\):31–5.](#)
67. [Ponrartana S, Aggabao PC, Hu HH, Aldrovandi GM, Wren TAL, Gilsanz V. Brown adipose tissue and its relationship to bone structure in pediatric patients. J Clin Endocrinol Metab. 2012;97\(8\):2693–8.](#)
68. [Bredella MA, Fazeli PK, Freedman LM, Calder G, Lee H, Rosen CJ, et al. Young women with cold-activated brown adipose tissue have higher bone mineral density and lower Pref-1 than women without brown adipose tissue: A study in women with anorexia nervosa, women recovered from anorexia nervosa, and normal-weight women. J Clin Endocrinol Metab. 2012;97\(4\):584–90.](#)
69. [Bredella MA, Gill CM, Rosen CJ, Klibanski A, Torriani M. Positive effects of brown adipose tissue on femoral bone structure. Bone. 2014;58:55–8.](#)
70. [Antonios TFT, Singer DRJ, Markandu ND, Mortimer PS, MacGregor GA. Structural skin capillary rarefaction in essential hypertension. Hypertension. 1999;33\(4\):998–1001.](#)
71. [Shibasaki M, Inoue Y, Kondo N. Mechanisms of underdeveloped sweating responses in prepubertal boys. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1997;76\(4\):340–5.](#)
72. [Inoue Y, Kuwahara T, Araki T. Maturation- and aging-related changes in heat loss effector function. J Physiol Anthropol Appl Human Sci. 2004;23\(6\):289–94.](#)
73. [Gomes LHLS, Carneiro-Júnior MA, Marins JCB. Thermoregulatory responses of children exercising in a hot environment. Rev Paul Pediatr. 2013;31\(1\):104–14.](#)
74. [Wagner JA, Horvath SM. Influences of age and gender on human thermoregulatory responses to cold exposures. J Appl Physiol \(1985\). 1985;58\(1\):180–6.](#)
75. [Marins JCB. Acción termorreguladora en el calor durante el reposo y ejercicio en personas mayores. Scientia \(Granada\). 1999;4\(2\):89–99.](#)
76. [Colin J, Houdas Y. Experimental determination of coefficient of heat exchanges by convection of human body. J Appl Physiol. 1967;22\(1\):31–8.](#)
77. [Horton WB, Barrett EJ. Microvascular dysfunction in diabetes mellitus and cardiometabolic disease. Endocr Rev. 2021;42\(1\):29–55.](#)
78. [Blatteis CM. Age-dependent changes in temperature regulation - A mini review. Gerontology. 2012;58\(4\):289–95.](#)
79. [Livingstone SD, Nolan RW, Frim J, Reed LD, Limmer RE. A thermographic study of the effect of body composition and ambient temperature on the accuracy of mean skin temperature calculations. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1987;56\(1\):120–5.](#)
80. [Chudecka M, Lubkowska A. Thermal imaging of body surface temperature distribution in women with anorexia nervosa. Eur Eat Disord Rev. 2016;24\(1\):57–61.](#)
81. [Siah CJR, Childs C. Thermographic mapping of the abdomen in healthy subjects and patients after enterostoma. J Wound Care. 2015;24\(3\):112–20.](#)
82. [Weigert M, Nitzsche N, Kunert F, Löscher C, Schulz H. The influence of body composition on exercise-associated skin temperature changes after resistance training. J Therm Biol \[Internet\]. 2018;75:112–9.](#)
83. [Wilson SB, Spence VA. Dynamic thermographic imaging method for quantifying dermal perfusion: potential and limitations. Med Biol Eng Comput. 1989;27\(5\):496–501.](#)
84. [Payne S, Macintosh A, Stock J. Body size and body composition effects on heat loss from the hands during severe cold exposure. Am J Phys Anthropol. 2018;166\(2\):313–22.](#)