

ISSN: 2007 - 8463

Revista de Ciencias del Ejercicio

FOD



Año 10, N°. 10, octubre 2014 - octubre 2015



Dinámica térmica de la piel de adolescentes después del trote

***Benjamín Flores Chico, Enrique Ricardo Pablo Buendía Lozada, Judith Reynoso Morales**

Facultad de Cultura Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

Resumen

Como objetivo fundamental de esta investigación es determinar el comportamiento termográfico de la piel en brazos, piernas, cara y cuello de los adolescentes ante la aplicación de trote de 12 minutos, en donde participaron 25 sujetos con edades comprendidas entre 13-15 años, de ambos sexos. Cada uno de los participantes realizó el trote de 12 minutos sin calentamiento y se tomaron termografías del plano anterior y posterior del cuerpo antes y después del trote. Se encontró que el comportamiento de la temperatura de la piel en extremidades superiores desciende hasta en 0.72 °C en la vista anterior, en la vista posterior aumenta hasta en 1.69 ° principalmente en el pliegue del codo, en las extremidades inferiores aumenta en ambas vistas tanto en anterior como posterior logrando aumento de la temperatura entre 0.43 °C y 1.13 °C. Se logra destacar que la dinámica de la temperatura de la piel ante una carga aeróbica de no más de 12 minutos en adolescentes disminuye de forma general para la parte anterior del cuerpo y para la parte posterior aumenta, este comportamiento de cambio térmico entre aumento y disminución es menor de 2°C.

Palabras Clave: termografía, adolescentes, termorregulación.

Abstract

The main objective of this particular research is to determine the thermographic behavior of the arms, legs, face and neck of teenagers skin after jogging for 12 minutes. In this experiment participated 25 subjects of 13 to 15 years old, of both sexes. Each one of them jog for 12 minutes without warming up before. We proceed to took thermographys of each one of the front and back of their bodies before and after the experiment. We found that the temperature's behavior of the skin on the upper extremities descents to 0.72°C (on the lower body). On the upper body the

* , Av. Sn. Claudio esq. 24 Sur s/n Jardines de San Manuel. Puebla, Pue. E-mail: benjaminfloresch@gmail.com, Tel. (222) 6299828.

temperature rises to 1.69°C, mainly on the elbow. On the lower extremities the temperatures rises on both lower and upper parts of the body on an interval of 0.43°C and 1.13°C. We note that the skins temperatures dynamic with an aerobic activity of not more than 12 minutes on teenagers decreases on a general way on the lower part of the body, while on the upper part increases, this change of thermic behavior between rising and decreasing of temperature is less than 2°C.

Keywords: thermography, teenagers, thermoregulation.

Introducción

El monitoreo y control del comportamiento de variables fisiológicas del cuerpo humano ha permitido determinar valores importantes al momento de planificar y programar cargas de actividad física o entrenamiento en diferentes grupos poblacionales, de tal manera que llega a ser determinante para incrementar o deteriorar el rendimiento físico si no se toman en cuenta dichas variables, las principales son: frecuencia cardíaca, presión arterial, temperatura y concentraciones de metabolitos en la sangre, entro otros.

De las variables fisiológicas antes mencionadas el comportamiento de la temperatura se ha investigado en diferentes situaciones, tales como enfermedad, reposo, actividad cerebral y en esfuerzo. Sin embargo hoy en día se ésta realizando a través de técnicas más sofisticadas como lo es la Termografía Infrarroja, la cual consiste en producir una imagen visible de luz infrarroja (invisible para nuestros ojos) emitida por objetos de acuerdo a su condición térmica, por tal motivo un cámara termográfica infrarroja produce una imagen en vivo. Las termografías pueden ser aplicadas en cualquier situación donde un problema o condición pueda ser visualizado por medio de una diferencia de temperatura (Llamosa, Moreno y Barrios, 2011).

Es importante mencionar que para los profesionales del área de la salud y de la actividad física les es muy importante obtener resultados de forma rápida e inmediata y no en menor grado de importancia los valores fisiológicos que manifiestan la respuesta del cuerpo ya que estos muestran de forma precisa como es que el cuerpo se va adaptando a cada una de las cargas ya que dan información valiosa para aumentar o disminuir dichas cargas con el propósito de que las sesiones de entrenamiento sean lo más optimas posibles para lograr un aumento de rendimiento seguro.

Así mismo, el establecimiento de los valores de las condiciones normales de descanso también puede contribuir a la comprensión de los cambios térmicos de la piel durante y después de cualquier actividad física de tal manera que la información térmica local es relevante no solo para los profesionales de la salud sino también para los nutriólogos, fisioterapeutas deportivos y entrenadores que atienden a personas normales o deportistas (Ring y Ammer Kurt, 2000).

Se ha demostrado recientemente que una imagen térmica de alta resolución puede proporcionar información interesante sobre el sistema de termorregulación compleja del cuerpo. De tal forma que se puede valorar la información con el propósito de tomar mejores decisiones y en tiempo real, para no esperarse a la próxima sesión o la semana siguiente, tal y como lo refiere Marins et al., (2014).

Moreira (2011) citado por Llamosa et al. (2011) mencionan que el sistema termorregulador del cuerpo humano mantiene una temperatura constante frente a una amplia gama de condiciones ambientales, de trabajo y/o físicas. Durante la actividad física intensa las estructuras básicas y la masa muscular producen calor.

La piel juega un papel principal en la termorregulación, ya que en las partes más profundas del cuerpo la temperatura se transita a la piel gracias a la circulación de la sangre. Por tal motivo el flujo sanguíneo de la piel puede cambiar un centenar de veces a través de su inervación simpática, así como a través de otros mecanismos, de acuerdo con la necesidad de disipación de calor o la conservación del mismo (Zontak, Sideman, Verbitsky y Beyar, 1998).

En los adolescentes se reconoce que su termorregulación está logrando una buena estabilización de respuesta gracias al metabolismo tan activo debido al desarrollo y maduración de su sistema endocrino. Un aspecto importante del presente estudio es dar respuesta a la manifestación y comportamiento de la temperatura de la piel en el adolescente ante una carga física específica.

Materiales y métodos

Para realización del presente estudio se seleccionó una muestra de 30 adolescentes de manera aleatoria, de un total de 60 alumnos de la Escuela Secundaria Técnica Número 63, ubicada en Avenida Vicente Guerrero S/N, Infonavit La Margarita, Puebla, Puebla.

Los participantes revisaron el consentimiento informado para la participación en este estudio. Así mismo se les informó acerca del procedimiento y de aplicaciones de la termografía en otros estudios, y se llevó a cabo conforme la Declaración de Helsinki (2013). Fueron excluidos aquellos quienes no firmaron el consentimiento y quienes de manera voluntaria abandonaran el procedimiento. Dando un total de 25 adolescentes (12 mujeres y 13 hombres) sanos sin historial de enfermedad o procedimientos quirúrgicos recientes con edades de entre 13-15 años.

La prueba termográfica se realizó con una cámara térmica Flir Modelo i3, en la misma sala de evaluación en una temperatura media controlada de 24.75 °C interior y de 26.27 °C exterior con una humedad relativa de 40.36% que se determinó usando un Termohigrometro Digital Ambiental 63-1032.

Protocolo de prueba

Las mediciones se llevaron a cabo, siguiendo el protocolo establecido por Ring y Ammer (2000), también se pidió a los participantes vestir camiseta y short corto o licra corta de manera que fuera ropa ajustada. Colocándose los participantes después de 3 minutos sentados y dentro de la sala de evaluación, para la toma anterior se les pidió una posición bípeda básica con la cabeza alineada y al frente, brazos en abducción de 30°, palmas al frente, y dedos extendidos, pies separados a una anchura similar a sus hombros, con una postura erguida; en el caso de la toma posterior fue la misma indicación.

Para la captura de datos, se anotaron de forma individual en una tabla de datos primarios. Todos los datos se registran posteriormente en una hoja de cálculo diseñada en Microsoft Excel para agrupar de acuerdo a los puntos analizados y para una mejor interpretación de los resultados.

Registro de los datos termográficos.

Antes de la adquisición de datos termográficos, a los participantes se les permitió aclimatarse a su temperatura ambiente durante un período de 15 minutos, de acuerdo a recomendaciones de Ring y Ammer (2000). Durante este período de tiempo, se les explicó el procedimiento a cada uno de los participantes, posteriormente se monitoreo con la cámara termográfica su temperatura inicial. A los participantes también se les pidió que el día del procedimiento no usaran desodorantes, antitranspirantes, cremas u otros cosméticos que podrían afectar a la toma termográfica.

Tras dicho período de aclimatación, las imágenes se fueron tomando a cada uno de los participantes en las posiciones de acuerdo al protocolo inicial con una cámara térmica (FLIR Modelo i3; FLIR Systems, Inc., Oregon, EE.UU.) utilizando un banco fijo como soporte para una toma estandarizada separados en un distancia de 1,5 metros de distancia desde la cámara hasta el sujeto a analizar. La cámara se mantuvo perpendicular a los sujetos con el fin de tener un ángulo de visión estándar. Los participantes fueron instruidos para mantenerse en la posición estable mientras se obtenían los datos. Los puntos anatómicos analizados fueron 14 en planos anterior y posterior:

- Antebrazo izquierdo anterior
- Brazo izquierdo anterior
- Cara anterior
- Brazo derecho anterior
- Antebrazo derecho anterior
- Muslo izquierdo y derecho anterior
- Pierna izquierda y derecha anterior
- Antebrazo izquierdo posterior
- Brazo izquierdo posterior
- Cuello posterior
- Brazo derecho posterior
- Antebrazo derecho anterior
- Muslo izquierdo y derecho posterior
- Pierna izquierda y derecha posterior

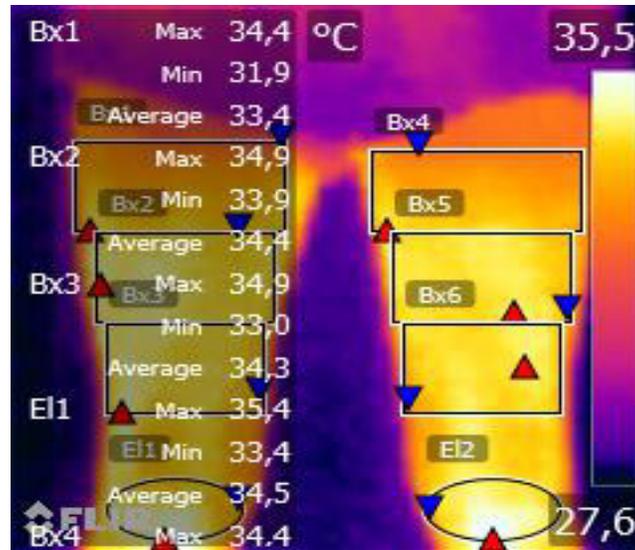


Figura 1. Ejemplo de termografía en muslos

Un segundo conjunto de imágenes fue tomado a los participantes justo después de haber realizado el trote de 12 minutos, siguiendo el mismo procedimiento de las posiciones previas, en bipedestación con brazos en abducción de 30° y manos extendidas, dedos juntos

Evaluación de las imágenes termográficas

La evaluación de las imágenes termográficas se realizó seleccionando un total de 61 puntos de referencia para monitorear la dinámica de la temperatura de la piel en los puntos antes señalados. Cada uno de los puntos fue evaluado y anotado en las imágenes térmicas para su posterior análisis.

Utilizando el software termográfico proporcionado por el fabricante (FLIR Altair). Estas regiones de medición eran anotadas utilizando una plantilla de registro en Excel, considerando mínimos, máximos y promedio.

Así mismo se usó el lenguaje de programación estadístico R para mostrar las gráficas del comportamiento térmico; estas son el diagrama Boxplot y las ecuaciones de regresión lineal y polinomio cuadrático.

Resultados

En la Figura 1 se muestra el comportamiento de la temperatura de la piel por segmentos de la extremidad superior izquierda anterior antes (x) y después (y) de la actividad.

Tabla 1. Clave de variables usadas en este trabajo

Variable que se muestra en gráficas	Interpretación
hombro	Hombro
b	Bíceps
codo	Codo
p	Proximal brazo
m	Medial brazo
d	Distal brazo
palma	Palma de la mano

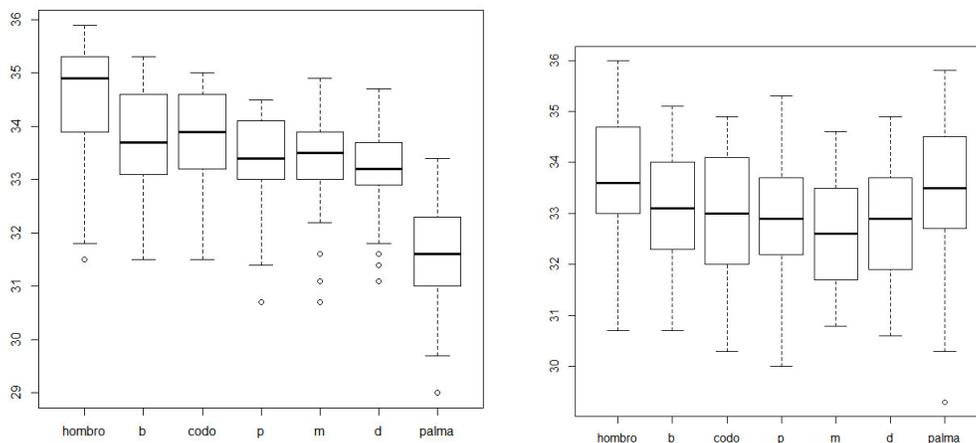


Figura 1. Boxplot de toda la extremidad superior anterior izquierda (antes y después de actividad).

Para el caso de hombro antes (x) y después (y) de la actividad (ver Figura 2) se tiene que:

La muestra x no es normal [Shapiro Test]

La muestra y es normal [Shapiro Test]

Las varianzas son iguales, [Test Fligner, no paramétrica]

Las varianzas son iguales, [Mood test, no paramétrica]

Las varianzas son iguales, [Ansari-Bradley test, no paramétrica]

Las medias son diferentes [wilcox.test no paramétrico, muestras dependientes]

Los promedios de las muestras son diferentes, ver Figura 2.

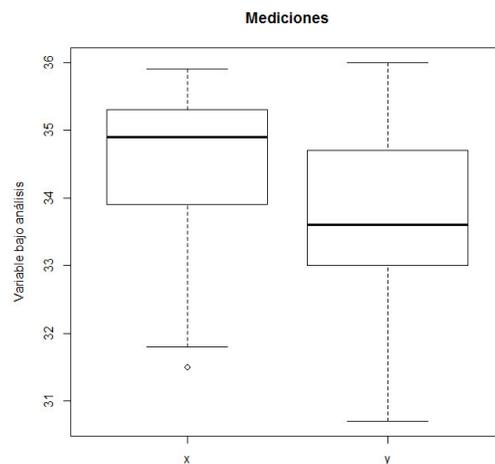


Figura 2. Boxplot de hombro anterior izquierdo antes (x) y después (y) de la actividad.

La siguiente ecuación representa el promedio de temperatura por segmento antes de la actividad:

Pearson: -0.89088806641 R²: 0.793681546872

$$y = 34.7817142857 + (-0.366285714286) * x$$

El comportamiento de la temperatura después de la actividad se comporta como la Ecuación de regresión polinomio de grado 2 es:

$$y = 34.4337142857143 - 0.729190476190476x + 0.0796666666666666x^2$$

Y la gráfica con r^2 ajustada máxima: 0.988612168276 polinomio de grado: 2 que representa es (Figura 3):

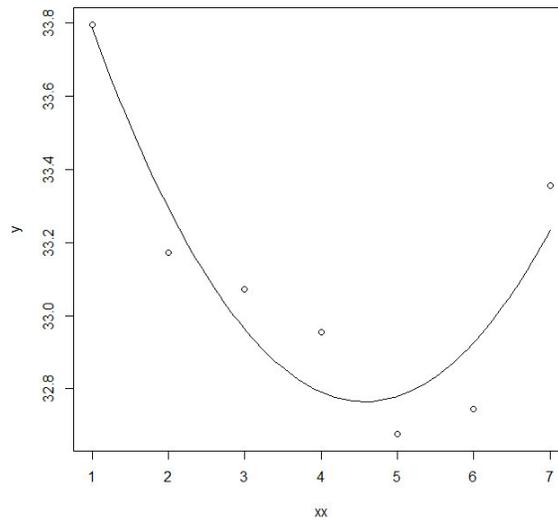


Figura 3. Distribución media de la temperatura en la extremidad izquierda vista anterior

La comparación del comportamiento de la temperatura de la piel antes (en verde) y después (en negro) de la actividad en promedio de cada segmento de la extremidad superior izquierda anterior, se muestra en la siguiente imagen (ver Figura 4):

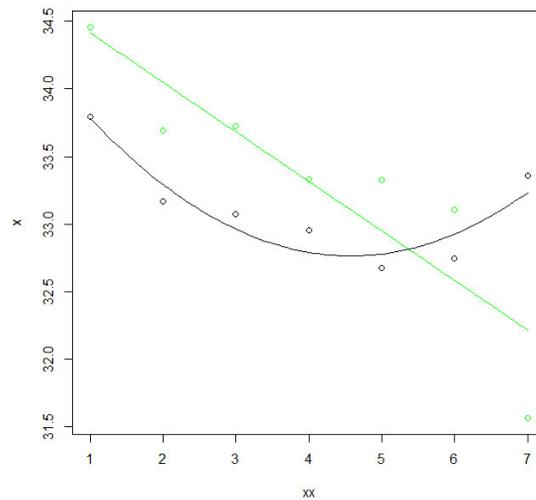


Figura 4. Comportamiento de la temperatura en la extremidad izquierda anterior antes (verde) y después (negro) de la actividad.

Después de realizar un procesamiento matemático, se presentan los modelos matemáticos que representan el comportamiento de la temperatura de la piel en los adolescentes, antes y después de la actividad de 12 minutos de trote.

A) Para el caso de la extremidad derecha anterior:

Antes de la actividad

Pearson: -0.929049992681 R²: 0.8631338889

$$y = 35.0337142857 + (-0.372714285714) * x$$

Después de la actividad

r² ajustada máxima: 0.992583619028 polinomio de grado: 2

$$y = 34.5268571428571 - 0.6376666666666665x + 0.0706190476190474x^2$$

Comparación del comportamiento de la temperatura de la extremidad superior derecha, ver Figura 5, antes de la actividad (en verde) y después de la actividad (en negro).

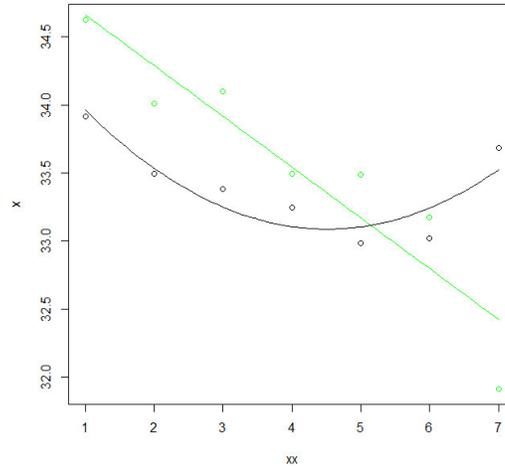


Figura 5. Distribución de la temperatura en la extremidad superior derecha anterior

Para el caso de la extremidad superior izquierda vista posterior (antes de la actividad):

r^2 ajustada máxima: 0.990239275601 polinomio de grado: 2

$$y = 33.3965714285714 + 0.359380952380946 * x - 0.0829047619047612 * x^2$$

Para el caso de la extremidad superior izquierda vista posterior (después de la actividad):

r^2 ajustada máxima: 0.947862634576 polinomio de grado: 2

$$y = 34.1794285714286 + 0.364047619047613 * x - 0.0885238095238089 * x^2$$

Las ecuaciones descritas anteriormente se grafican en la Figura 6.

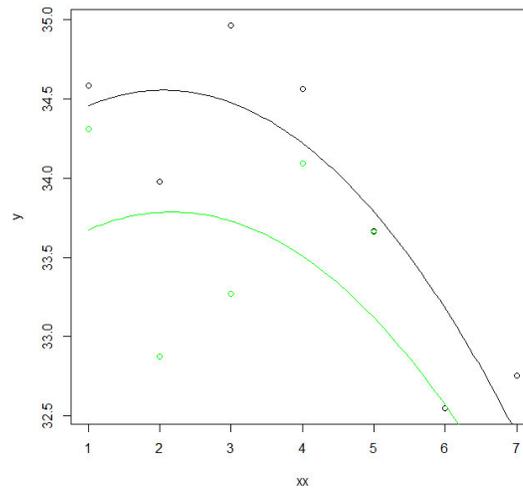


Figura 6. Antes (verde) y después (negro) de la actividad, posterior de extremidad superior izquierda.

Caso de la extremidad superior derecha vista posterior (antes de la actividad):

r^2 ajustada máxima: 0.989339933006 polinomio de grado: 2

$$y = 33.5274285714286 + 0.350047619047617 * x - 0.0868095238095237 * x^2$$

Caso de la extremidad superior derecha vista posterior (después de la actividad):

r^2 ajustada máxima: 0.890828017008 polinomio de grado: 2

$$y = 33.9822857142857 + 0.469428571428572 * x - 0.102571428571429 * x^2$$

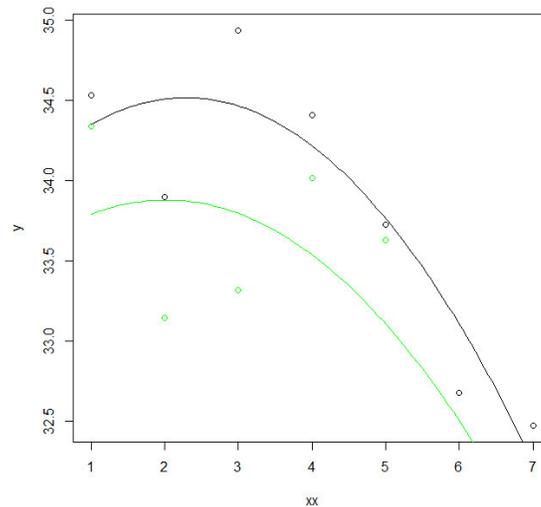


Figura 7. Distribución de la temperatura para el caso de la extremidad superior derecha antes (verde) y después de la actividad (Negro) vista posterior.

En la Tabla 2 encontramos los datos promedios de cada punto analizado de la vista anterior, destaca una diferencia de temperatura de 1.79 °C a favor de la palma izquierda después del ejercicio, mientras que es en el cuello donde presenta una mayor pérdida de temperatura con un valor de 0.72 °C posterior al ejercicio.

Tabla 2. Temperatura promedio de la piel pre y post ejercicio, vista anterior

	Región	Puntos	Temperatura promedio previo al ejercicio*	Temperatura promedio posterior al ejercicio*	Diferencia de temperatura *
Miembro superior	Antebrazo izquierdo	Tercio Proximal	33.33	32.95	-0.38
		Tercio Medial	33.32	32.67	-0.65
		Tercio Distal	33.10	32.74	-0.36
		Palma	31.56	33.35	1.79
		Hombro	34.46	33.79	-0.67
	Brazo izquierdo	Bíceps	33.69	33.17	-0.52
		Pliegue del codo	33.72	33.07	-0.65
		Frente	35.55	35.88	0.33
	Cara	Ojos	35.24	35.71	0.47
		Boca-nariz	34.45	35.18	0.73
		Cuello	34.91	34.19	-0.72
	Brazo derecho	Hombro	34.62	33.91	-0.71
		Bíceps	34.01	33.49	-0.52
		Pliegue del codo	34.09	33.38	-0.71
	Antebrazo derecho	T. Proximal	33.49	33.24	-0.25
		T. Medial	33.48	32.98	-0.50
		T. Distal	33.17	33.02	-0.15
		Palma	31.91	33.68	1.77
Muslo izquierdo	T. Proximal	33.09	32.78	-0.31	
	T. Medial	32.80	33.18	0.38	
	T. Distal	32.38	33.43	1.05	
	Rodilla	31.81	32.89	1.08	
Muslo derecho	T. Proximal	33.10	32.84	-0.26	
	T. Medial	32.80	33.23	0.43	
	T. Distal	32.39	33.42	1.03	
	Rodilla	31.83	32.74	0.91	
Pierna izquierda	T. Proximal	32.97	33.64	0.67	
	T. Medial	32.90	33.66	0.76	
	T. Distal	31.90	32.75	0.85	
Pierna derecha	T. Proximal	33.03	33.68	0.65	
	T. Medial	32.90	33.60	0.70	
	T. Distal	31.94	32.77	0.83	

*valores en °C

En la Tabla 3 se presentan los datos medios de cada zona. En la vista posterior, resalta una ganancia en la temperatura de 1.69 °C en la zona del codo izquierdo después del ejercicio, mientras que es en el cuello donde presenta una mayor disminución de temperatura con un valor de 1.24 °C posterior al ejercicio.

Tabla 3. Temperatura promedio de la piel pre y post ejercicio, vista posterior

	Región	Zonas	Temperatura promedio previo al ejercicio*	Temperatura promedio posterior al ejercicio*	Diferencia*	
Miembro superior	Antebrazo izquierdo	T. Proximal	34.09	34.56	0.47	
		T. Medial	33.76	33.66	-0.10	
		T. Distal	32.29	32.54	0.25	
		Palma	31.73	32.75	1.02	
		Hombro	34.30	34.58	0.28	
	Brazo izquierdo	Tríceps	32.87	33.97	1.10	
		Codo	33.27	34.96	1.69	
		Cabeza	Cuello	34.90	33.66	-1.24
	Brazo derecho	Hombro	34.34	34.53	0.19	
		Tríceps	33.14	33.90	0.76	
		Codo	33.31	34.94	1.63	
		Antebrazo derecho	T. Proximal	34.02	34.40	0.38
			T. Medial	33.62	33.72	0.10
	T. Distal		32.30	32.68	0.38	
Miembro inferior	Muslo izquierdo	Palma	31.58	32.47	0.89	
		T. Proximal	32.21	32.90	0.69	
		T. Medial	32.53	33.24	0.71	
		T. Distal	32.68	33.19	0.51	
		Rodilla	33.25	33.52	0.27	
	Muslo derecho	T. Proximal	32.11	32.84	0.73	
		T. Medial	32.45	33.20	0.75	
		T. Distal	32.60	33.18	0.58	
		Rodilla	33.26	33.54	0.28	
		Pierna izquierda	T. Proximal	32.84	33.49	0.65
T. Medial	32.66		33.60	0.94		

	T. Distal	32.34	33.47	1.13
Pierna derecha	T.	32.82	33.50	0.68
	Proximal			
	T.	32.65	33.54	0.89
	Medial			
	T. Distal	32.37	33.50	1.13

*valores en °C

Discusión

El mecanismo termorregulador se basa en la retroalimentación mutua entre la temperatura corporal y las reacciones que modifican la producción y eliminación del calor (Chudecka, 2013).

Las imágenes térmicas registradas después del trote mostraron que la temperatura de la piel de los adolescentes se incrementó en manos, pliegue del codo, frente y boca-nariz lo cual representa una consecuencia de la vasodilatación periférica, lo anterior es compatible con el estudio realizado en corredores por Merla, Mattei, Di Donato y Romani (2010).

Así mismo la transferencia de calor desde el interior del cuerpo al tejido cutáneo asociado con el flujo de sangre provoca un incremento de la temperatura cutánea y, con el tiempo, el inicio de los procesos de disipación térmica, tales como sudoración y convección hacen que no se incremente de forma exponencial. Tal es el caso del cuello, en ambas vistas sufrió un descenso de la temperatura de la piel, lo cual de acuerdo a Gatt et al. (2015), se debe a los cambios de temperatura en las superficies corporales como resultado de los cambios ambientales y la respuesta del cuerpo a estos cambios, debido a una vasoconstricción periférica o vasodilatación para controlar la temperatura central, junto con otros mecanismos fisiológicos tales como sudoración, para fomentar o prevenir la pérdida de calor.

Nuestros resultados no muestran cambios tan significativos en las extremidades inferiores en sus vistas anterior y posterior tal y como lo menciona el estudio de Piñonosa, Sillero, Milanovic, Coteron y Sampedro (2013).

Sin embargo siguiendo la topografía y la dinámica de todo el cuerpo los cambios de temperatura cutánea durante el ejercicio proporcionan información útil relativa a las modificaciones temporales

de diversos procesos termolíticos, así como de los mecanismos de pérdida de calor tales como evaporación, difusión y convección como los principales, poniendo de manifiesto que en la vista posterior al no contar con una convección constante como lo es en la vista anterior, es que sufre un incremento ligeramente significativo.

Chudecka (2013) informa que los cambios en la temperatura de la superficie corporal pueden indicar la carga del sistema locomotor, al mismo tiempo que propician información sobre la eficiencia de los sistemas de eliminación de calor endógenos durante la realización de ejercicio y los cambios metabólicos asociados con el regreso a la homeostasis después del ejercicio. De tal manera que nuestro estudio muestra y da cuenta de la dinámica térmica e interacción del sistema locomotor con el resto de los sistemas, he aquí la utilidad de imágenes térmicas como un método de seguimiento de estos fenómenos.

Conclusiones

Las variaciones de temperatura entre la población adolescente son más bajas en la vista anterior que en la vista posterior. Esto indica que la termorregulación se ve apoyada por el proceso de convección para la pérdida o transferencia de calor, comprobando así que la termografía infrarroja podría ser una herramienta de diagnóstico más preciso cuando se utiliza en adolescentes que tienen cambios de temperatura rápida o sin percepción de incremento súbito, ya sea en condiciones de sobreesfuerzo o en condiciones de reposo.

Por otra parte, el punto que tuvo un mayor incremento en su dinámica térmica fue la palma, logrando una diferencia de temperatura positiva de 1.77 °C, siendo la diferencia más marcada con respecto a los demás puntos analizados. Lo anterior es debido a que no se llevan a cabo eficientemente los procesos de transferencia de calor como lo son: convección y evaporación, debido a que hay una tendencia a cerrar la mano al momento de correr.

En los miembros inferiores a pesar de que las diferencias de temperatura no son tan significativas entre ambos, se logró obtener que el izquierdo en su vista anterior tenga resultados positivos ligeramente más altos, indicando un riego sanguíneo mayor debido al esfuerzo. En la rodilla en su vista anterior se obtuvo una diferencia media de temperatura de hasta 1.08 °C mostrándose claramente el impacto de la sobrecarga que recibe durante la carrera. En su vista posterior (pliegue

poplíteo) se observó que fue menor, debido a la suficiente sudoración y su influencia para la pérdida de calor por evaporación y conducción.

Referencias

- Chudecka, M. (2013). Use of thermal imaging in the evaluation of body surface temperature in various physiological states in patients with different body compositions and varying levels of physical activity. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 2(2), 15–20.
- Gatt, A., Formosa, C., Cassar, K., Camilleri, K. De Raffaele, C., Mizzi, A., . y Chockalingam, N. (2015). Thermographic patterns of the upper and lower limbs: baseline data. *International Journal of Vascular Medicine*, 2015.
- Llamosa, L., Moreno, M., y Barrios, U. (2011). Análisis termográfico para un protocolo de investigación en hipotermia. *Scientia et Technica*, 2(48), 157-162.
- Marins, J., de Andrade, A. Moreira, D., Silva, F., Costa, Pimenta, y Sillero-Quintana, M. (2014). Thermographic profile of soccer players' lower limbs. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 7(1), 1-6.
- Marins, J. C. B., Fernandes, A. A., Cano, S. P., Moreira, D. G., da Silva, F. S., Costa, C. M. A., y Sillero-Quintana, M. (2014). Thermal body patterns for healthy Brazilian adults (male and female). *Journal of Thermal Biology*, 42, 1-8.
- Merla, A., Mattei, P. A., Di Donato, L., y Romani, G. L. (2010). Thermal imaging of cutaneous temperature modifications in runners during graded exercise. *Annals of Biomedical Engineering*, 38(1), 158-163.
- Moreira, D. G. (2011). *Termografia corporal em repouso de homens e mulheres*. Departamento de Educação Física. Doctoral Dissertation. Universidade Federal de Viçosa, Brasil.
- Piñonosa Cano, S., Sillero Quintana, M., Milanovic, L., Coterón López, J., y Sampedro Molinuevo, J. (2013). Thermal evolution of lower limbs during a rehabilitation process after anterior cruciate ligament surgery. *Kinesiology*, 45(1), 121-129
- Hildebrandt, C. y Raschner, C. (2010). Recording sports injuries with thermography. *Thermology International*. 20, 145.**

Ring, E.F.J y Ammer, K. (2000). The Technique of Infra red Imaging in Medicine. *Thermology International*, 10, 7-14

World Medical Association, Declaration of Helsinki—Ethical. Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013, <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/>. Recuperado el 19 de Junio de 2015.

Zontak, A., Sideman, S., Verbitsky, O., y Beyar, R. (1998). Dynamic thermography: analysis of hand temperature during exercise. *Annals of biomedical engineering*, 26(6), 988-993.