

COMPARACIÓN DE LOS EFECTOS DEL FRÍO Y EL CALOR, A TRAVÉS DE CRYOFLOW E INFRARROJO A, SOBRE LA FUERZA DEL MUSCULO BICEPS BRAQUIAL

¹Miño, J., ²Gallardo, ¹A., Henríquez, ¹I., Sánchez, C. (jminocubillos@gmail.com)

¹Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Las Américas, Santiago, Chile; ²Facultad de Humanidades y Educación, Carrera Pedagogía en Educación Física, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.

Recibido: Marzo, 2014; Aceptado: Junio, 2014.

RESUMEN

Objetivo: Comparar los efectos del frío y el calor a través de las técnicas fisioterapéuticas, termoterapia y crioterapia, sobre la fuerza máxima del musculo bíceps braquial en sujetos con entrenamiento de fuerza en circuito. **Métodos:** 18 sujetos sanos entre 20 y 35 años pertenecientes al gimnasio Energy Fitness y Club Balthus de la región metropolitana, que realizan entrenamiento funcional 5 veces por semana, por un periodo mayor o igual a 3 meses, los sujetos fueron seleccionados de forma no probabilística por conveniencia. La evaluación se realizó mediante la valoración de la fuerza a través de un Curl de bíceps braquial en banco Scott con mancuerna. Se realizaron tres mediciones, con un intervalo de tres días de descanso. La primera medición se evaluó la fuerza máxima de los sujetos en condiciones normales, la segunda con la aplicación de termoterapia, a través de Infrarrojo A y la tercera con la aplicación de crioterapia, mediante el equipo de Cryoflow. **Resultados:** Con la aplicación de Infrarrojo aumentó significativamente la fuerza máxima (16,8 kg vs. 17,0 kg; $P < 0,05$). Con la aplicación de Cryoflow la fuerza disminuyó significativamente (16,8 kg vs. 15,9 kg; $P < 0,05$). **Conclusión:** Con la aplicación de calor, a través de Infrarrojo A, la fuerza aumento significativamente un 1,55%. Con la aplicación de frío, a través de Cryoflow, la fuerza máxima disminuyo significativamente un 4,94%. **PALABRAS CLAVE:** frío; calor; fuerza muscular; crioterapia; termoterapia.

ABSTRACT

Objective: To compare the effects of cold and heat through Physiotherapy, Thermotherapy and Cryotherapy techniques about the maxim force of the brachial-biceps' muscle in people with strength training in circuit. **Methods:** The study consisted in the evaluation of 18 healthy people between 20 and 35 years old, whom attended the Energy Fitness gym and the Balthus Club gym, both from Santiago City. People performed a functional training 5 times per week, for a period higher or equal to 3 months. For convenience, people have been choose in a non-probalistic way. At first, the evaluation was performed through the assessment of force by means of a Curl of Brachial-biceps in a bench and Scott with a dumbbell. Then, 3 measurements were accomplished, in a three-day-break interval. The first measurement, the maxim force of the people, has been evaluated in normal conditions. On the other hand, the second measurement worked with the use of thermotherapy through infrared, and the third one with the use of cryotherapy, by meaning of the Cryoflow equipment. **Results:** With the infrared there was a significant increase of the maxim force from 16,76kg in normal conditions to 17.02kg ($P < 0.05$). In comparison, with the Cryoflow equipment, it was appreciable a significant decrease of the maxim force from 16.77 in normal conditions to 15.92 ($P < 0.05$). **Conclusion:** It can be

said that with the heat adding, through the infrared A, there was a significant increase of a 1.55% of the maxim. On the other hand, with the cold adding, through the Cryoflow there was a significant decrease of a 4.94% of the force. **KEY WORDS:** cold; heat; muscle force; cryotherapy; thermotherapy.

INTRODUCCIÓN

La fuerza en el hombre es imprescindible para su desarrollo dentro del medio que le rodea y para la adaptación al mismo. Es necesaria para la realización de tareas de la vida cotidiana, para el desempeño de los más variados trabajos, así como para constituir un desarrollo armónico de la estructura corporal en las diversas fases de crecimiento (Devid, J., Peiró, C., 1993). La máxima expresión de esta queda reflejada dentro del ámbito de las actividades físico-deportivas, donde a lo largo del tiempo se han buscado métodos para mejorar esta condición como, por ejemplo, el uso de agentes externos.

Las variaciones de temperatura pueden generar un aumento o una disminución de la fuerza, a través de la modificación de la velocidad de conducción nerviosa y el componente visco-elástico del músculo (Apolo, M.D., López, E., Caballero, T., 2006).

El ser humano ha creado distintas estrategias para modificar la temperatura, una de estas técnicas es la termoterapia, esta consiste en la aplicación de calor con fines terapéuticos mediante agentes térmicos; en contraste, la Crioterapia se puede definir como la aplicación de un agente que disminuye la temperatura de la zona tratada para lograr un efecto terapéutico (Gálvez, D.M., et al. 2004).

Estudios han demostrado que la termoterapia sobre el tejido muscular modifica las propiedades visco-elásticas de este proporcionando una mayor extensibilidad de los tejidos y preparándolo para el ejercicio, provocando una mejora en el rendimiento muscular (Martín, J.E., 2008), además, aumenta el volumen sanguíneo que llega a la zona optimizando la recuperación muscular. También se han publicado estudios donde se valora la acción de la crioterapia sobre la fuerza muscular, demostrando que existe un aumento de la fuerza isométrica tras la aplicación de frío (Mc Gown, H.L., 1967).

Dentro de la literatura existen escasos estudios referentes al comportamiento de la fuerza muscular bajo cambios de temperatura, en este caso, el frío y el calor. La mayoría de los trabajos están orientados principalmente a los efectos del frío sobre la fuerza muscular. Johnson y Leider (1972), tras sumergir el antebrazo en agua fría (10°-15°), indican que hay una disminución de la fuerza después del tratamiento con frío, pero que se iguala a los 20' y aumenta considerablemente a los 80'; igualmente, Oliver y Johnson (1976), tras 30' de mantener en agua a 12° las extremidades inferiores, encuentran inicialmente una ligera disminución de fuerza, pero que aumenta a un 122% a los 40'. En el presente estudio se observó una disminución significativa de un 4,94% en etapas tempranas, lo cual se condice con los estudios.

Los estudios sobre calor localizado y sobre calor con deshidratación, ambos de termoterapia profunda, han demostrado que la exposición al calor que incrementa significativamente la temperatura muscular es perjudicial para la fuerza muscular (Clarke, R.S., Hellon, R.F., Lind, A.R., 1958; Edwards, R.H., et al. 1972; Hirata, K., et al., 1987; Petrofsky, J.S., Burse, R.L., Lind, A.R., 1974).

El presente estudio evalúa y compara los efectos del frío y el calor a través de las técnicas fisioterapéuticas, termoterapia y crioterapia, sobre la fuerza máxima del musculo bíceps braquial en sujetos con entrenamiento de fuerza en circuito.

Las hipótesis que se analizan son, para la crioterapia, la crioterapia generará un aumento sobre la fuerza del músculo bíceps braquial, tras aplicaciones de Cryoflow a 10°C por 10 minutos sobre este; Y para la termoterapia, La termoterapia generará un aumento sobre la fuerza del músculo bíceps braquial, tras aplicaciones de IR A de 10 minutos sobre este.

MÉTODOS

La población en estudio está dada por 18 sujetos sanos, todos sexo masculino, pertenecientes al gimnasio Energy Fitness y Club Balthus de la Región Metropolitana, la muestra requerida es de tipo no probabilístico por sujetos voluntarios.

Las edades de los sujetos comprendidas entre los 20 y 35 años con promedio de 28,16 años. La talla media es de 172,11 cm., con una estatura mínima de 166 cm. y una máxima de 182 cm. El peso medio para los sujetos es de 69,94 kg, con un mínimo de 60 kg y un máximo de 80kg. (Tabla 1)

	Edad (Años)	Talla (cm)	Peso (kg)
Media	28,2	172,1	69,9
Mediana	28,5	170	70
Desv. típ.	3,1	4,5	5,6
Mínimo	20	166	60
Máximo	35	182	80

Los sujetos estudio, fueron puestos en conocimiento sobre los procesos que se llevaran a cabo en el estudio, por consiguiente firmaron un consentimiento informado.

Descripción de la evaluación

La investigación científica se llevó a cabo en 3 etapas:

En la primera etapa se recolectaron los datos de los sujetos, a estos se les explicó en qué consiste la investigación, firmando un consentimiento informado. A continuación, se efectuó una evaluación a sujeto para determinar su fuerza máxima de bíceps braquial del brazo dominante.

Para la evaluación, los sujetos se ubicaron sentados con sus antebrazos apoyados en un banco Scott con angulación de 45° (ángulo de hombro). El codo en máxima extensión y supinación, con una mancuerna en su mano. A partir de esta posición realizaron una contracción isotónica realizando el movimiento de flexo-extensión de codo, Curl de bíceps braquial en banco Scott con mancuerna y de esta forma se determinaba su fuerza máxima en una repetición (1RM). Cabe destacar que entre cada etapa de evaluación, existió un intervalo de descanso de 3 días.

La segunda etapa se inició re-evaluando la fuerza, con un peso de un 90% del máximo obtenido en la primera evaluación, buscando que los sujetos realicen la máxima cantidad de repeticiones posibles, luego se les aplicó crioterapia, mediante el equipo Cryoflow, sobre el músculo bíceps braquial a una temperatura de 10° C por un tiempo de 10 minutos. Posterior a esto, se evaluó la cantidad de repeticiones realizadas con el 90% del peso máximo obtenido en la primera etapa, a través del mismo método usado en la primera etapa.

La tercera etapa se inició re-evaluando la fuerza, con un peso de un 90% del máximo obtenido en la primera evaluación, buscando que los sujetos realicen la máxima cantidad de repeticiones posibles, luego se aplicó termoterapia mediante infrarrojo tipo A sobre el músculo bíceps braquial a una distancia 50 cm. perpendicular a este por un tiempo de 10 minutos, finalizando con la evaluación de la cantidad de repeticiones que realizadas con el 90% del peso máximo obtenido en la primera etapa, a través del mismo método usado en la primera etapa.

La fuerza máxima se estimó a través de la fórmula de Brzycki, que permite calcular el peso para realizar 1RM a través de cargas sub-máximas (Caballero, C.P., 2001).

Brzycki % 1RM= $102,78 - 2,78 \times \text{repeticiones hasta fallo}$

Análisis de datos

Una vez recolectados los datos se vaciaron en una base de datos realizada en Excel y el análisis estadístico se ejecutó mediante SPSS. Se aplicó test de Shapiro-Wilk para determinar si las mediciones siguen una distribución normal. Posterior a esto se aplicó test t-Student para ver si los resultados son o no significativos.

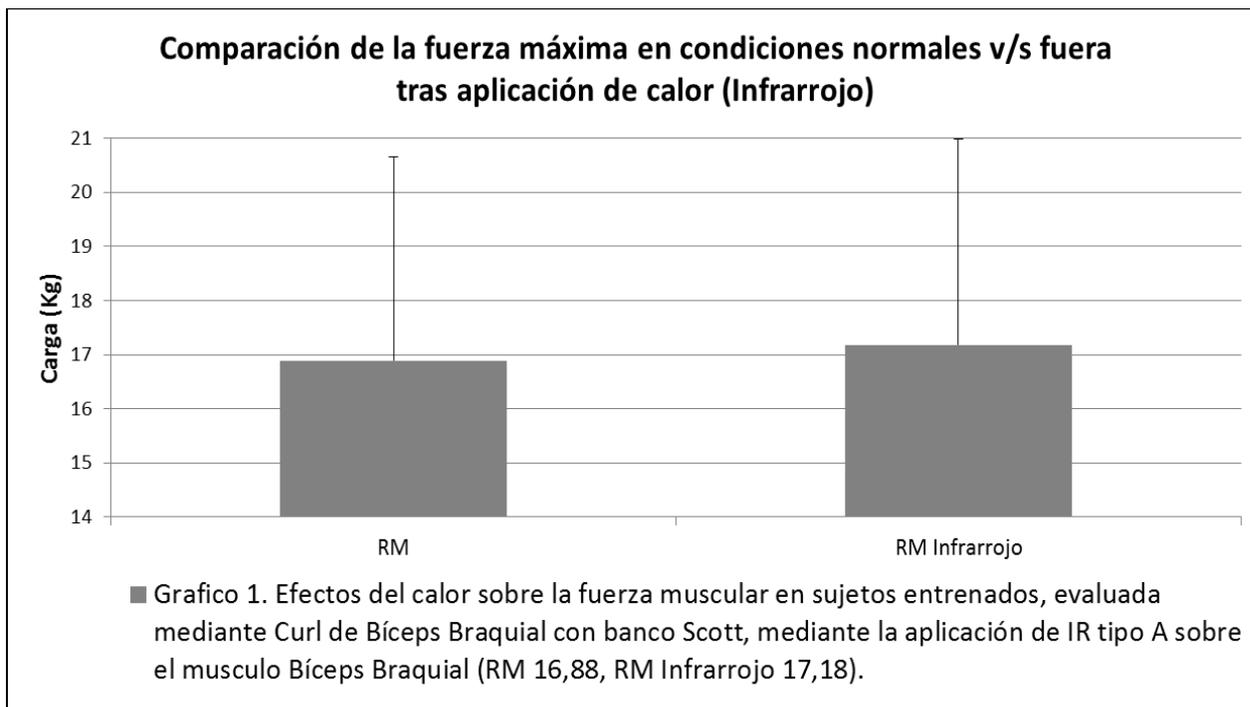
RESULTADOS

Evaluación de los individuos en condiciones normales/calor

La fuerza máxima (1RM) pre IR presenta un promedio de 16,7 kg, el que está por debajo de la medición que se realizó luego de la aplicación de calor, la cual fue de 17,02 kg. En cuanto a la desviación estándar, esta se mantuvo constante en las 2 mediciones, lo que sumado a que el promedio aumentó con la aplicación de calor indica que el máximo alcanzado también aumentó de un 24,3 kg. a un 24,7 kg. (Tabla 2)

En resumen se observa un aumento significativo en la fuerza máxima, de un 16,76 kg. en condiciones normales a un 17,02 kg. luego de la aplicación de infrarrojo, lo que es un 1,55% mayor. $P < 0,05$.

Tabla 2. Estadística fuerza Normal/Calor		
	Fuerza máxima Normal (kg)	Fuerza máxima post IR (kg)
Media	16,8	17,0
Mediana	16,9	17,2
Desviación típica	3,8	3,8
Mínimo	9,5	9,5
Máximo	24,4	24,8

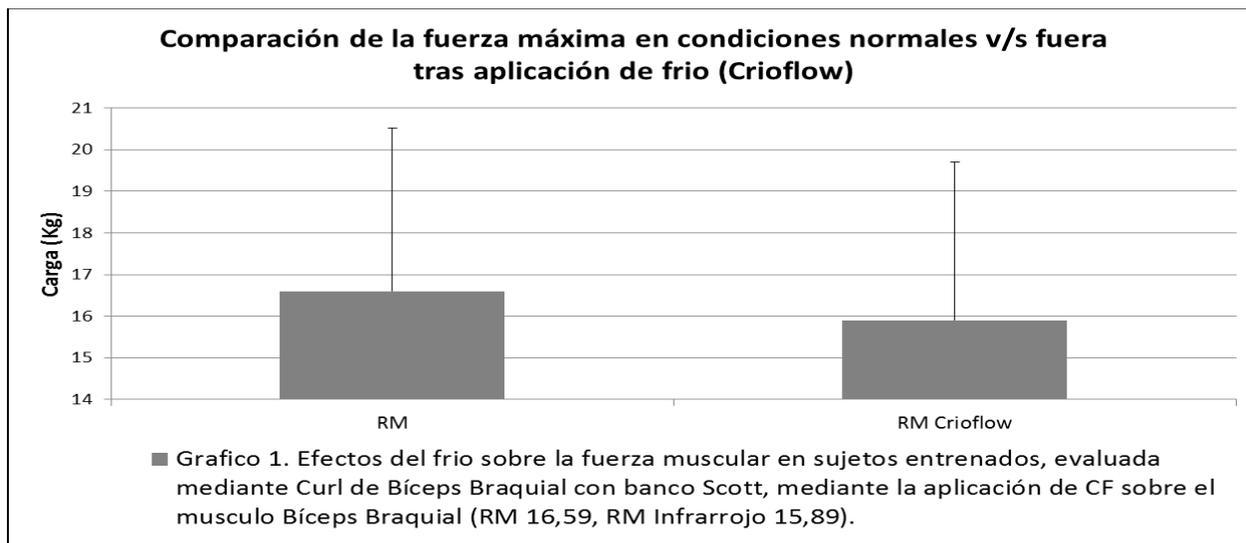


Evaluación de los individuos en condiciones normales/calor

La fuerza máxima (1RM) pre CF presenta un promedio de 16,7 kg., dato que es mayor a la medición que se realizó luego de la aplicación de frío, la cual fue de 15,9 kg. En cuanto a la desviación estándar, esta se mantuvo constante en las 2 mediciones lo que sumado a que el promedio disminuyó con la aplicación de frío, indica que el mínimo alcanzado también disminuyó de un 10,12 kg. a un 9,52 kg. (Tabla 3)

En resumen, se observa una disminución significativa en el promedio de las mediciones, desde un 16,77 kg. en condiciones normales a un 15,94 luego de la aplicación de CF, lo que es un 4,94% menor ($P < 0,05$).

Tabla 3. Estadística fuerza Normal/Frío		
	Fuerza máxima Normal (kg)	Fuerza máxima post CF (kg)
Media	16,8	15,9
Mediana	16,6	15,9
Desviación típica	3,9	3,8
Mínimo	10,1	9,5
Máximo	24,8	24,0



DISCUSIÓN

Dentro de la literatura existen escasos estudios referentes al comportamiento de la fuerza muscular bajo cambios de temperatura, en este caso, el frío y el calor. La mayoría de los trabajos están orientados principalmente a los efectos del frío sobre la fuerza muscular. Johnson y Leider (1972), tras sumergir el antebrazo en agua fría (10°-15°), indican que hay una disminución de la fuerza después del tratamiento con frío, pero que se iguala a los 20' y aumenta considerablemente a los 80'; igualmente, Oliver y Johnson (1976), tras 30' de mantener en agua a 12° las extremidades inferiores, encuentran inicialmente una ligera disminución de fuerza, pero que aumenta a un 122% a los 40'.

En el presente estudio se observó una disminución significativa de un 4,94% en etapas tempranas, lo cual se condice con los estudios. Cabe destacar que en el presente estudio, las técnicas de Cryoflow presentaban una disminución de la fuerza, la cual fue evaluada inmediatamente al terminar los 10 minutos de aplicación de frío sobre los sujetos, por esto, es importante reiterar, que solo se evaluó los efectos a corto plazo, no observando los efectos a largo plazo y el aumento de fuerza descrito por los autores anteriores. En futuras investigaciones se puede analizar el efecto frío sobre la fuerza muscular a largo plazo.

Los estudios sobre calor localizado y sobre calor con deshidratación, ambos de termoterapia profunda, han demostrado que la exposición al calor que incrementa significativamente la temperatura muscular es perjudicial para la fuerza muscular (Clarke, R.S., Hellon, R.F., Lind, A.R., 1958; Edwards, R.H., et al. 1972; Hirata, K., et al. 1987; Petrofsky, J.S., Burse, R.L., Lind, A.R., 1974).

Los resultados de este estudio arrojaron un aumento significativo de fuerza de 1,55%, lo cual no se condice con los estudios mencionados anteriormente. Esto puede estar relacionado con el tipo de termoterapia utilizado. La aplicación de calor mediante infrarrojo tipo A, usada en este estudio se clasifica dentro de la termoterapia superficial, con una penetración no mayor a 1 cm (Martín, C.P., 2008). Los estudios mencionados fueron realizados con termoterapia profunda, con una penetración mayor a 1 cm y efectos sistémicos diferentes a la termoterapia superficial (Martínez, M., Pastor, M., Portero, F., 2000).

Los incrementos de fuerza inducidos por el entrenamiento durante las primeras semanas se deben principalmente a una adaptación en el sistema nervioso, por el cual se induce a un aumento en la

activación de la musculatura agonistas, como así también a una disminución en la co-activación de la musculatura antagonista y una óptima activación de los músculos sinergistas, esto cae una meseta en la décima semana (López, Fernández, 2006). Con el fin de evitar dichas variaciones en la fuerza, el estudio se realizó con sujetos entrenados en circuito, con un mínimo de 3 meses, esto permite eliminar la adaptación nerviosa como una posible causa de variación en la fuerza. Por otro lado, la medición de la fuerza se realizó con la técnica de 1RM Curl de bíceps braquial en banco Scott con mancuernas, ya que los sujetos a estudio lo tienen integrado y no requieren aprendizaje de la técnica, evitando cambios en los resultados por este motivo.

También se realizaron mediciones de 1RM previas a cada evaluación pre aplicación de agente físico (frío o calor), esto permite controlar variables como, el descanso, la alimentación que tuvo antes, el estado emocional, que pueden afectar en el día a día.

Dentro de las limitaciones de este estudio encontramos el tamaño reducido de la muestra, por lo cual los resultados obtenidos solo se pueden apegar a la muestra seleccionada y no representan la realidad de la población chilena.

Existen variables como el efecto placebo, estado anímico, alimentación y actividad previa a la evaluación, que podía producir variaciones en los niveles de fuerzas evaluados. Como una forma de controlar estas variables, se realizó una evaluación con una carga de 90% de la fuerza máxima evaluada en la primera sesión minutos antes de iniciar la aplicación del agente físico respectivo, tanto para el caso de la aplicación de Infrarrojo tipo A y de Cryoflow; en base a esto se determinó la fuerza máxima para ese momento y se utilizó como parámetro de comparación para la Rmax luego de la aplicación del agente físico.

La aplicación de termoterapia superficial a través de infrarrojo no permite determinar los niveles de energía entregados al músculo y por su poca penetración, 1 cm, no es posible asegurar que genera cambios sobre la temperatura del bíceps braquial y sus respectivos efectos.

CONCLUSIÓN

Los resultados demuestran que al aplicar frío, mediante el equipo de Cryoflow, a una temperatura de 10°C, por un tiempo de 10 minutos sobre el músculo bíceps braquial, la fuerza de este presenta una disminución significativa de 4,94%.

Los resultados rechazan la H2, la cual plantea que la crioterapia generará un aumento sobre la fuerza del músculo bíceps braquial tras aplicaciones de Cryoflow a 10°C por 10 minutos sobre este.

Por otra parte, al aplicar calor, a través de infrarrojo tipo A, a una distancia de 50 cm y perpendicular al músculo bíceps braquial, por un tiempo de 10 minutos, la fuerza generada por los sujetos aumenta aproximadamente un 1,55%, de forma significativa.

Estos resultados afirman la H1, la termoterapia generará un aumento sobre la fuerza del músculo bíceps braquial, tras aplicaciones de IR A de 10 minutos sobre este.

La aplicación de calor, extrapolable al deporte, se puede comparar con un calentamiento previo, el cual, claramente, presenta ventajas sobre el no acondicionamiento previo al ejercicio, mejorando el rendimiento de los sujetos en la práctica deportiva. Y no así el frío, el cual demostró una notoria desventaja en la evaluación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Devís, J., Peiró, C. Dossier: la actividad física y la promoción de la salud en niños/as y jóvenes: la escuela y la Educación Física. *Revista de Psicología del deporte*, 4, 71-86, 1993.
2. Apolo, M.D., López, E., Caballero, T. Utilización de la termoterapia en el ámbito deportivo. *Revista de Ciencias del Deporte*, 2, 29-36, 2006.
3. Apolo, M.D., López, E., Caballero, T. Utilización de la crioterapia en el ámbito deportivo. *Revista de Ciencias del Deporte*, 2, 17-23, 2006.
4. Gálvez, D.M., Morales, J.M., León, J.C., Paniagua, S.L., Pellicer, M. Manual de fisioterapia, Noviembre, 342, 2004.
5. Martín, J.E., y cols. Agentes físicos terapéuticos. 1ª ed. Cuba: ECIMED, 436-41, 2008.
6. Mc Gown, H.L., Effects of cold application on maximal isometric contraction. *Phys. Ther. Rev*, 47, 185-192, 1967.
7. Johnson, D.J., Leider, F.E. Influence of cold bath on maximum handgrip strength. *Percept Mot. Skills*, 44, 323-326, 1972.
8. Oliver, R.A., Johnson, D.J. The effect of cold water baths on post. treatment leg strength. *Phys Sports Med*, 4, 67-69, 1976.
9. Clarke, R.S., Hellon, R.F., Lind, A.R. Duration of sustained contractions of the human forearm at different muscle temperatures. *J. Physiol*, 143, 454-462, 1958.
10. Edwards, R.H., Harris, R.C., Hultman, E., Kaijser, L., Koh, D. Nordesjo. Effect of temperature on muscle energy metabolism and endurance during successive isometric contractions, sustained to fatigue, of the quadriceps muscle in man. *J. Physiol. (Lond.)*, 220, 335-352, 1972.
11. Hirata, K., Nagasaka, T., Nunomura, T., Hirai, A., Hirashita, M. Effects of facial fanning on local exercise performance and thermoregulatory responses during hyperthermia. *Eur. J. Appl. Physiol*, 56, 43-48, 1987.
12. Petrofsky, J.S., Burse, R.L., Lind, A.R. The effect of deep muscle temperature on the cardiovascular responses of man to static effort. *J. Appl. Physiol*, 47, 17-25, 1981.
13. Caballero, C.P. Medición y valoración del entrenamiento de la fuerza. Universidad de Murcia, 2001.
14. Martín, J.E., y cols. Termoterapia Superficial. Agentes físicos terapéuticos. 1ª ed. Cuba: ECIMED, 164-70, 2008.
15. Martínez, M., Pastor, M., Portero, S. Manual de Medicina Física. Madrid: Harcourt, 2000.
16. López, Fernández. Fisiología del ejercicio. Madrid: Médica Panamericana, 2006.