PubliCE, (PubliCE) 2003

Monograph

Pre-Enfriamiento para el Rendimiento en el Trópico

Christian Finn[1] y Matthew B Brearley[1]

[1]*National Heat Training and Acclimatisation Centre, Northern Territory Institute of Sport and Faculty of Education, Health and Science, Charles Darwin University, Darwin.*

RESUMEN

El pre-enfriamiento mejora la producción de potencia hasta un 7 % durante la realización de ejercicio continuo con una duración menor a una hora en condiciones tropicales. Aunque existen varios métodos de enfriamiento, todavía deben determinarse que formas son prácticas y efectivas con duraciones adecuadas, para el ejercicio intermitente o continuo de más de una hora. Es necesario investigar acerca de los factores de radiación solar y de cualquier efecto placebo para determinar cuales son las estrategias óptimas de pre-enfriamiento para la competencia en condiciones tropicales.

Palabras Clave: chaquetas refrigerantes, deportes de equipo, rendimiento

En un artículo de Sportscience, fisiólogos del Instituto Australiano del Deporte (AIS) destacaron ciertas observaciones empíricas acerca del pre-enfriamiento, sus beneficios potenciales para el rendimiento, y el rápido desarrollo de la chaqueta refrigerante de la AIS previo a los Juegos Olímpicos de Atlanta de 1996 (Martín et al 1998). Rápido desarrollo significa que no se había estudiado como utilizar de mejor manera las chaquetas refrigerantes para distintas aplicaciones. Desde entonces los investigadores han intentado desarrollar nuevos protocolos para la utilización de las chaquetas refrigerantes y desarrollar modalidades adicionales de pre enfriamiento para atletas individuales y para equipos que compiten en condiciones tropicales. El propósito de este artículo es realizar una breve revisión de los métodos disponibles de pre-enfriamiento y su impacto potencial sobre la fisiología y el rendimiento en condiciones tropicales.

Estrategias para Mejorar el Rendimiento de Resistencia en Condiciones Tropicales

La temperatura diaria máxima en zonas tropicales es en promedio mayor a 30ºC. En la temporada de lluvias, la humedad es también bastante alta. Las condiciones de calor y/o humedad limitan el enfriamiento, debido a que la temperatura y el gradiente de vapor de agua entre la piel y el aire no permiten la perdida de calor. En dichas condiciones, la temperatura corporal se vuelve un factor limitante del rendimiento de resistencia de alta intensidad (González-Alonso et al., 1999; Morris et al., 1998). Aquellas estrategias que reduzcan la temperatura corporal en reposo o mejoren la disipación de calor pueden por lo tanto mejorar el rendimiento.

La aclimatación al calor y la ingesta de fluidos son dos métodos para mejorar el rendimiento físico en zonas tropicales. La aclimatación al calor reduce la temperatura corporal de reposo y provoca adaptaciones cardiovasculares que ayudan en la perdida de calor (Buono et al 1998). La ingesta de fluidos puede atenuar la perdida de volumen plasmático que de otra manera reduciría el flujo de sangre hacia la piel comprometiendo de esta manera la disipación de calor (Armstrong et al 1997). Los atletas deberían continuar utilizando estos métodos para las competiciones en el trópico, pero además deberían considerar la utilización del método de pre-enfriamiento.

La aplicación de hielo por medio de las chaquetas refrigerantes se ha vuelto una forma común de pre-enfriamiento antes de un evento. Las chaquetas refrigerantes son convenientemente portátiles y producen una gran reducción de la temperatura de la piel, por lo cual han ganado gran aceptación entre los atletas. Sin embargo, las chaquetas enfrían solo

un área pequeña, por lo cual tienen solo un pequeño efecto sobre la temperatura central. La inmersión en agua fría tiene un mayor efecto sobre la temperatura central a través de la exposición de una gran área de superficie de la piel a la temperatura del agua (Booth et al 1997). Desafortunadamente, la provisión de bañaderas en las adyacencias del área de competencia y los tiempos de inmersión adecuados son actualmente poco prácticos. La exposición al aire frío es un medio alternativo para enfriar una gran área de superficie, pero este método también es poco práctico.

Pre-Enfriamiento y Rendimiento

La Tabla 1 es un resumen de varios estudios que han investigado el efecto del pre-enfriamiento sobre la fisiología y el rendimiento, clasificados según la duración del ejercicio. Todos los estudios en donde el ejercicio dura hasta 30 minutos han mostrado beneficios substanciales sobre la fisiología (principalmente sobre la frecuencia cardíaca y la temperatura corporal), y la mayoría han mostrado efectos beneficiosos sobre el rendimiento, equivalentes a un incremento de 1-4% en la potencia media.

Con un enfriamiento agresivo, las mejoras son mayores (hasta un 7%).

Duración del Ejercicio (min)	Duración del Enfriamiento (min)	Modo de Enfriamiento	Humedad y Temperatura Ambiente		Efecto		Referencia
			°C	%	Fisiología	Rendimiento (%)[a]	
0.8	45	RA+IJ	33	60	+	~ -6.0	Sleivert et al., 2001
1.2	30	W	29	80	+	+3.3	Marsh & Sleivert, 1999
4	30	IJ	33	60	+	+1.8[b]	Yates et al., 1996
6	5	IM	30	30	+	+3.0[c]	Myler et al., 1989
6.4	20	F+W	38	40	+	- 0.6[d]	Mitchell et al., 2003
15	45	IJ+RA	33	60	+	+7.0[e]	Cotter et al., 2001
27	9	IJ	32	60	+	+2.8	Smith et al., 1997
30	30	W	30	32	+	?	Wilson et al., 2002
30	30	W	30	32	+	?	White et al., 2003
30	60	W	31	60	+	+6.0[f]	Kay et al., 1999
30	60	W	32	62	+	+4.2	Booth et al., 1997
28-63	30	W	40	19	+	+3.0[g]	Gonzalez et al., 1999
60	31	W	27	60	0	?	Bolster et al., 1999
80	20	IJ	30	60	+	2.4[h]	Duffield et al., 2003
90	60	W	26	62	0	?	Drust et al., 2000

Tabla 1: *Efectos del pre-enfriamiento sobre el rendimiento físico y la fisiología relacionada con el rendimiento (al final de un test de rendimiento) en ambientes tropicales simulados. Los estudios están clasificados de acuerdo a la duración del ejercicio. F = Ventilador, IJ = Chaqueta refrigerante, IM = Masaje con hielo, RA = aire acondicionado, W = agua. Efectos observados: + = beneficio, – = dañino, 0 = trivial, ? = desconocido.* [a] *Expresado como cambio en la potencia media o equivalente a la potencia media promediado por cualquier constante pre carga, utilizando los procedimientos de Hopkins et al (2001).* [b] *- 1.2% del tiempo en 1000-m en un remo ergómetro Concept II, luego de una pre carga de 1000-m.* [c] *1.0% de la distancia en un test de 6min en un ergómetro Concept II.* [d] *7.0% del tiempo hasta el agotamiento.* [e] *16-17% de la potencia media en 15min, luego de una pre carga de 20 minutos.* [f] *Ganancia en distancia en un ciclo ergómetro con relación desconocida entre la velocidad y la potencia. Las ganancias parecen muy grandes en relación a los efectos fisiológicos.* [g] *37% del tiempo hasta el agotamiento.* [h] *Potencia media en sprints repetidos.*

Por lo tanto ¿un cuerpo mas frío mejora el rendimiento en resistencia en condiciones tropicales? Los test a potencia constante realizados por atletas entrenados provocan temperaturas centrales de ~40ºC en el momento del agotamiento en condiciones calurosas (Nielsen et al., 1993; Nybo and Nielsen, 2001; González-Alonso et al., 1999). Este punto llamado temperatura límite para el agotamiento ocurre indistintamente de la aclimatación (Nielsen et al 1997) y del estatus de

hidratación (Febbraio et al 1996), lo que implica que la temperatura central alta es una causa de fatiga en condiciones calurosas. Por medio de la disminución en la temperatura central inicial, los atletas tendrán una mayor reserva para acumular calor antes de alcanzar altas temperaturas centrales. Teóricamente, el incremento en la reserva para la acumulación de calor permitirá la selección de un paso mas rápido (González et al 1999) durante una prueba contra reloj (Cotter et al 2001), o la extensión del tiempo hasta el agotamiento a un paso establecido (González et al 1999). La actividad vigorosa en condiciones calurosas utilizará rápidamente la reserva para acumular calor, lo que resultará en efectos fisiológicos no significativos luego de mas de ~30 minutos de ejercicio. Los investigadores por lo tanto, han cuestionado la utilización del pre-enfriamiento para eventos de resistencia de larga duración (Bolster et al 1999). A pesar de la disminución en los beneficios fisiológicos hacia el final de una prueba, la mayor producción de potencia en las etapas tempranas resulta en una mayor potencia media o velocidad para eventos continuos y presumiblemente una mejora global en la resistencia para los deportes de equipo.

Desafortunadamente, ha habido poca investigación acerca de los efectos del pre-enfriamiento para actividades intermitentes de alta intensidad que caracterizan a la mayoría de los deportes de equipo, y los hallazgos no son concluyentes. Drust et al (2000) halló poco efecto de la reducción de la temperatura corporal entes de una prueba de 90 minutos en cinta específica para el fútbol en condiciones calurosas vs condiciones templadas, pero su condición calurosa pudo no haber representado un desafío suficiente para la temperatura central. Duffield et al (2003) evalúo el efecto de la utilización de una chaqueta refrigerante durante los 5 minutos previos y durante 10 minutos de ciclismo intermitente que simulaban las demandas del campo de hockey en condiciones calurosas y húmedas. El efecto medio no fue estadísticamente significativo, pero fue substancial aun cuando las duraciones del pre-enfriamiento en otros estudios habían sido de 15-60 minutos. Los atletas continúan utilizando chaquetas refrigerantes para realizar el pre-enfriamiento antes de realizar ejercicios prolongados en condiciones tropicales (Brearley et al., 2002), pero es claro que se necesita mas investigación para determinar si la percepción de confort se traslada a efectos sobre el rendimiento que valgan la pena.

El Efecto Placebo del Pre-Enfriamiento

Existe la posibilidad de que el pre-enfriamiento produzca un efecto placebo, atribuible a la expectativa de que el enfriamiento mejorará el rendimiento. En efecto, el efecto placebo puede ser en parte responsable de las mejoras en el rendimiento de ejercicios que duran unos cuantos minutos, debido a que la temperatura central no puede alcanzar el valor crítico limitante en este período. Los investigadores han estudiado el problema del efecto placebo en solo un estudio, utilizando agua coloreada termoneutra y sugiriéndoles a los atletas que esta tendría un efecto similar el del pre-enfriamiento (Yates et al 1996). La utilización de otros tratamientos falsos o la sugerencia de la posibilidad de reducción en el rendimiento debido a una menor temperatura muscular son otras formas de evitar el efecto placebo en los diferentes diseños experimentales.

Al fallar en tener en cuenta el efecto placebo, los investigadores probablemente sobreestimarán la contribución fisiológica del pre-enfriamiento a la pequeña mejora del rendimiento. El peligro de cualquier incremento en el rendimiento inducido por el placebo es que se incrementa el riesgo de enfermedad por calor. Los atletas que ignoren las señales fisiológicas que lo harían reducir la intensidad del ejercicio tienen un alto riesgo de sufrir desmayos o hipertermia.

Investigaciones Futuras

El pre-enfriamiento para el ejercicio en el calor merece mayor investigación. Dicha investigación debería tener en cuenta la radiación solar observada en los trópicos (Marsden et al 2001) que aumenta la carga térmica (Nielsen et al 1988) y que puede provocar una disminución del beneficio del pre-enfriamiento observado en los estudios de laboratorio. La inclusión de un placebo asistiría en el rigor científico de la investigación de estrategias de pre-enfriamiento.

La investigación futura debería también estudiar alternativas a las chaquetas refrigerantes que son mas prácticas que la inmersión en agua fría. El pre-enfriamiento externo de la cabeza, cuello, manos y el enfriamiento interno por medio de la ingesta de hielo o la administración intravenosa de fluidos fríos son otras posibilidades a tener en cuenta.

También valdría la pena investigar acerca de la combinación de estrategias de pre-enfriamiento para los deportes de equipo, debido a que la actividad intermitente provoca temperaturas centrales más altas que el ejercicio continuo a una misma intensidad promedio (Cable and Bullock, 1996; Kraning and González, 1991). Es improbable que este enfoque más agresivo al pre-enfriamiento comprometa el rendimiento de los atletas, debido a que la temperatura muscular aumenta rápidamente con una corta entrada en calor (Sleivert et al., 2001).

El Centro Nacional de Entrenamiento y Aclimatación al Calor (NHTAC), ubicado en Darwin, Australia, está estudiando los riesgos a la salud y las desmejoras en el rendimiento que ocurren durante ejercicios intermitentes de alta intensidad en ambientes tropicales. Otras investigaciones que estén llevándose a cabo en estos momentos acerca de las estrategias para reducir estos problemas, deberían ser de valor para atletas locales no aclimatados al calor que compitan en condiciones tropicales y pueden ser útiles para los equipos nacionales que competirán en los Juegos Olímpicos de Atenas en el 2004.

REFERENCIAS

1. Armstrong, LE, Maresh, CM, Gabaree, CV, Hoffman, JR, Kavouras, SA, Kenefick, RW, Castellani, JW, Ahlquist, LE (1997). Thermal and circulatory responses during exercise: effects of hypohydration, dehydration, and water intake. *Journal of Applied Physiology 82, 2028-2035*
2. Booth J, Marino F, Ward JJ (1997). Improved running performance in hot humid conditions following whole body pre cooling. *Medicine and Science in Sports and Exercise 29, 943-949*
3. Bolster DR, Trappe SWKR, Sheffield-More MA (1999). Effects of pre-cooling on thermoregulation during subsequent exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise 31, 251-257*
4. Brearley MB, Finn JP, Wood RJ (2002). Elite hockey in a tropical environment [Abstract]. *Journal of Science and Medicine in Sport 5, 34*
5. Buono MJ, Heaney, JH, Canine, KM (1998). Acclimation to humid heat lowers resting core temperature. *American Journal of Physiology 274, R1295-R1299*
6. Cable NT, Bullock S (1996). Thermoregulatory response during and in recovery from aerobic and anaerobic exercise [Abstract]. *Medicine and Science in Sports and Exercise 28, S202*
7. Cotter JD, Sleivert GG, Roberts WS, Febbraio MA (2001). Effect of pre-cooling, with and without thigh cooling, on strain and endurance exercise performance in the heat. *Comparative Biochemistry and Physiology 128, 667-677*
8. Drust B, Cable NT, Reilly T (2000). Investigation of the effect of pre-cooling on the physiological responses to soccer-specific intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology 81, 11-17*
9. Duffield R, Dawson B, Bishop D, Fitzsimons M, Lawrence SR (2003). Effect of wearing an ice cooling jacket on repeat sprint performance in warm/humid conditions. *British Journal of Sports Medicine 37, 164-169*
10. Febbraio MA, Murton P, Selig SE, Clarke SA, Lambert DL, Angus DJ, Carey MF (1996). Effects of carbohydrate ingestion on exercise metabolism and performance in different ambient temperatures. *Medicine and Science in Sports and Exercise 28, 1380-1387*
11. Gonzalez-Alonso J, Teller C, Andersen SL, Jensen FB, Hyldig T, Nielsen B (1999). Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. *Journal of Applied Physiology 86, 1032-1039*
12. Hopkins WG, Schabort EJ, Hawley JA (2001). Reliability of power in physical performance tests. *Sports Medicine 31, 211-234*
13. Kay D, Taaffe DR, Marino FE (1999). Whole-body pre-cooling and heat storage during self-paced cycling performance in warm humid conditions. *Journal of Sports Sciences 17, 937-944*
14. Kraning KK, Gonzalez RR (1991). Physiological consequences of intermittent exercise during compensable and uncompensable heat stress. *Journal of Applied Physiology 71, 2138-2145*
15. Marino FE, Mbambo Z, Kortekaas E, Wilson G, Lambert MI, Noakes TD, Dennis SC (2000). Advantages of smaller body mass during distance running in warm, humid environments. *Pflugers Archive - European Journal of Physiology 441, 359-367*
16. Marsden JF, Finn, JP, Wood RJ (2001). Australian football league in tropical Australia. *Proceedings of Australian Conference of Science and Medicine in Sport, 2001, p.92*
17. Marsh D, Sleivert G (1999). Effect of pre-cooling on high intensity cycling performance. *British Journal of Sports Medicine 33, 393-397*
18. Martin DT, Hahn AG, Ryan-Tanner R, Yates K, Lee H, Smith JA (1998). Ice jackets are cool. *Sportscience 2(4), sportsci.org/jour/9804/dtm.htm (1791 words)*
19. Mitchell JB, McFarlin BK, Dugas JP (2003). The effect of pre-exercise cooling on high intensity running performance in the heat. *International Journal of Sports Medicine 24, 118-124*
20. Morris JG, Nevill ME, Lakomy HKA, Nicholas C, Williams C (1998). Effect of a hot environment on performance of prolonged, intermittent, high-intensity shuttle running. *Journal of Sports Sciences 16, 677-686*
21. Myler GR, Hahn A, Tumilty DM (1989). The effect of preliminary skin cooling on performance of rowers in hot conditions. *Excel 6, 17-21*
22. Nielsen B, Kassow, K, Aschengreen, FE (1988). Heat balance during exercise in the sun. *European Journal of Applied Physiology 58: 189-196*
23. Nielsen B, Hales JRS, Strange S, Christensen NJ, Warberg J, Saltin B (1993). Human circulatory and thermoregulatory adaptations with heat acclimation and exercise in a hot, dry environment. *Journal of Physiology 460, 467-485*
24. Nielsen B, Strange S, Christensen NJ, Warberg J, Saltin B (1997). Acute and adaptive responses in human to exercise in a warm, humid environment. *Pflugers Archive 434, 49-56*
25. Sleivert GG, Cotter JD, Roberts WS, Febbraio MA (2001). The influence of whole-body versus torso pre-cooling on physiological strain and performance of high intensity exercise in the heat. *Comparative Biochemistry and Physiology 128, 657-666*
26. Smith J, Yates K, Lee H, Thompson MW, Holcombe BV, Martin DT (1997). Pre-cooling improves cycling performance in hot/humid conditions [Abstract]. *Medicine and Science in Sports and Exercise 29, S263*
27. Tatterson AJ, Hahn AG, Martin DT, Febbraio MA (2000). Effects of heat stress on physiological responses and exercise performance in elite cyclists. *Journal of Science and Medicine in Sport 3, 186-193*
28. White, AT, Davis, SL, Wilson, TE (2003). Metabolic, thermoregulatory, and perceptual responses during exercise after lower vs. whole body pre-cooling. *Journal of Applied Physiology 94, 1039-1044*
29. Wilson, TE, Johnson, SC, Petajan, JH, Davis, SL, Gappmaier, E, Luetkemeier, MJ, White, AT (2002). Thermal regulatory responses to submaximal cycling following lower-body cooling in humans. *European Journal of Applied Physiology 88, 67-75*
30. Yates K, Ryan R, Martin DT, Dobson G, Smith J, Tumilty D, Hahn A (1996). Pre-cooling rowers can improve laboratory 2000m performance in hot-humid conditions. *Sports Medicine Australia Conference Proceedings, October 1996, pp. 370-371*

Cita Original

Matt B Brearley, James Paul Finn. Pre-cooling for Performance in the Tropics. Sportscience, 2003.