

# INFLUENCIA DEL CALOR AMBIENTAL EN UN TEST INCREMENTAL DE UMBRAL DE LACTATO

## THE EFFECT OF ENVIRONMENTAL HEAT ON LACTATE THRESHOLD TESTING

### RESUMEN

Ocho estudiantes de educación física sanos, moderadamente entrenados ( $VO_{2max}$ :  $57 \pm 4$  ml $\cdot$ kg $^{-1}$  $\cdot$ min $^{-1}$ ) y no aclimatados al calor, completaron dos test de umbral de lactato en un cicloergómetro. Los participantes pedalearon durante 5 estadios incrementales hasta los 225 vatios en el CALOR ( $38 \pm 1^\circ$  C;  $28 \pm 3\%$  de humedad relativa) y a las mismas cargas de trabajo en un ambiente NEUTRAL ( $21 \pm 2^\circ$  C;  $43 \pm 4\%$  de humedad relativa). El orden de los test (CALOR o NEUTRAL) fue aleatorio y separados por al menos 45 minutos de descanso en ambiente termoneutral ( $21^\circ$  C). La pérdida de peso por sudor fue de  $0,41 \pm 0,02$  kg y la temperatura timpánica al final de cada test era similar en el CALOR que en NEUTRAL ( $37,6 \pm 0,3$  vs.  $37,5 \pm 0,3^\circ$  C). Sin embargo, en el último estadio del test (225 vatios) en el CALOR la frecuencia cardiaca era 8 latidos/minuto, la ventilación pulmonar era 6 litros/minuto y la percepción del esfuerzo (escala de Borg) era 13% mayor que en el test NEUTRAL (todos ellos  $p < 0,05$ ). Asimismo, durante el último estadio del test la concentración de lactato sanguíneo era un 30% mayor en el CALOR que en NEUTRAL ( $4,6 \pm 1,0$  vs  $3,5 \pm 0,6$  mmol/L, respectivamente  $p < 0,05$ ). En el CALOR, el ritmo de acumulación de lactato sanguíneo se aceleró apareciendo el umbral de lactato a los 175 vatios en comparación a los 200 vatios en el test NEUTRAL. Debido al incremento en la frecuencia cardiaca en el CALOR, la frecuencia cardiaca en el umbral de lactato fue similar en el CALOR y en NEUTRAL ( $150 \pm 1$  latidos/minuto). En conclusión, el CALOR ambiental en atletas no aclimatados reduce el umbral de lactato y podría infravalorar las adaptaciones metabólicas y cardiovasculares derivadas del entrenamiento.

**Palabras clave:** Umbral de lactato, termoneutral, calor ambiental

### SUMMARY

Eight physical education students, healthy, moderately trained ( $VO_{2max}$ :  $57 \pm 4$  ml $\cdot$ kg $^{-1}$  $\cdot$ min $^{-1}$ ) and non acclimated to the heat, performed two lactate threshold cycloergometer trials. The subjects pedaled for 5 incremental workloads up to 225 watts in the HEAT ( $38 \pm 1^\circ$  C;  $28 \pm 3\%$  relative humidity) and performed the same protocol in a NEUTRAL environment ( $21 \pm 2^\circ$  C;  $43 \pm 4\%$  relative humidity). The trial order was randomly selected (HEAT or NEUTRAL) and trials were separated for at least 45 min in a thermoneutral environment ( $21^\circ$  C). At the end of the trials body weight loss through sweat was  $0,41 \pm 0,02$  kg and tympanic temperature was similar in the HEAT and NEUTRAL environments ( $37,6 \pm 0,3$  vs.  $37,5 \pm 0,3^\circ$  C). However, at the end of the test (225 watts) in the HEAT heart rate was 8 beats/min, ventilation rate was 6 L/min and the rate of perceived exertion (Borg scale) was 13% higher than in the NEUTRAL trial (all  $p < 0,05$ ). Similarly at the highest workload blood lactate level was 30% higher during HEAT than in the NEUTRAL environment ( $4,6 \pm 1,0$  vs  $3,5 \pm 0,6$  mmol/L; respectively,  $p < 0,05$ ). In the HEAT the rate of blood lactate accumulation increased and lactate threshold took place at 175 watts while it took place at 200 watt in the NEUTRAL trial. Due to the increase in heart rate in the HEAT, heart rate at lactate threshold was similar in the HEAT and NEUTRAL environments ( $150 \pm 1$  beats/min). In summary, environmental HEAT in non heat-acclimated athletes reduced lactate threshold and may underestimate training adaptations of the metabolic and cardiovascular systems.

**Key words:** Lactate threshold, thermoneutral, environmental heat

Ricardo Mora  
Rodríguez,

Roberto  
Aguado  
Jiménez

Universidad de  
Castilla la  
Mancha.  
Departamento de  
Ciencias de la  
Actividad Física y  
el Deporte.  
Campus  
Tecnológico de  
Toledo.

### CORRESPONDENCIA:

Universidad de Castilla la Mancha. Avda. Carlos III, s/n. 45071 Toledo. Tfno 925-268800. Fax 925-268846.

Aceptado:  
20.02.02

Premio "Joven  
Investigador"  
en el área de  
Fisiología del  
Ejercicio,  
concedido en  
Oviedo 2001,  
por la E.F.S.M.

## INTRODUCCIÓN

La carga de trabajo en la que tiene lugar el umbral de lactato y la frecuencia cardiaca (FCd) en ese umbral de lactato son valores que entrenadores utilizan para recomendar intensidades de entrenamiento y para valorar las adaptaciones del deportista a los entrenamientos. Los test de umbral de lactato se realizan 3-4 veces al año en deportistas y a veces las condiciones ambientales que existen durante estos test son muy diferentes. Los efectos de la temperatura ambiente elevada (similar a la de los meses de verano) en los tests de umbral de lactato en deportistas no es suficientemente conocida. Smolander y cols.,<sup>(11)</sup> publicaron un estudio en el cual se concluía que el calor (40° C) no tienen efecto sobre los niveles de lactato finales en un test incremental. Sin embargo, trabajos posteriores durante ejercicio prolongado sugieren que el estrés producido por el calor incrementa el uso del glucógeno muscular<sup>(6)</sup> y el nivel de lactato sanguíneo, debido a un incremento en las concentraciones de adrenalina<sup>(3);(8)</sup>. Por lo tanto, el efecto del calor en el resultado de los tests incrementales de umbral de lactato no está claro.

A partir de 20 minutos de ejercicio en el calor (>33°C) se detectan incrementos en la sudoración y elevaciones en la temperatura interna del deportista<sup>(7)</sup>. La deshidratación e hipertermia son estrés que combinados estimulan un aumento en los niveles de adrenalina sanguínea<sup>(8)</sup> estimulan la glucogenólisis muscular y elevan los niveles de lactato sanguíneo. Los protocolos que se usan para la medición del umbral de lactato duran alrededor de 20 minutos de ejercicio y en esta situación no se produce suficiente deshidratación o hipertermia. Durante los primeros 5 minutos de ejercicio intenso (70% del  $VO_{2max}$ ) el calor ambiental (40° C) no produce mayor acumulación de lactato muscular que cuando se realizan esos 5 minutos de ejercicio a una temperatura de 20° C<sup>(10)</sup>. Podría ser que en los 20 minutos de duración de un test de umbral de lactato en el calor tampoco exista suficiente estímulo para incrementar los niveles de lactato sanguíneo y esto explique los resultados de Smolander y cols.<sup>(11)</sup>. Por otro lado, puede ser que el calor ambiental en un test de umbral de lactato si sea un estímulo suficiente para aumentar la glucogenólisis y producción del lactato aunque no se venga acompañado de una deshidratación e hipertermia significativas. Aunque la temperatura interna media no se

incrementa en estos test cortos de umbral de lactato la temperatura muscular si se eleva<sup>(10)</sup> y la temperatura muscular es el principal estímulo para incrementar la glucogenólisis<sup>(4)</sup>.

El presente estudio se llevó a cabo para determinar el efecto del calor ambiental en las respuestas de lactato sanguíneo y frecuencia cardiaca en un test incremental de umbral de lactato de 20 minutos de duración.

## MATERIAL Y MÉTODO

**Sujetos.** Ocho hombres sanos, moderadamente entrenados y no aclimatados al calor fueron invitados a participar en este experimento. Los sujetos eran estudiantes de educación física activos y acostumbrados al ejercicio continuado de pedaleo en bicicleta. Los participantes tenían una media  $\pm$  (DS) de 22  $\pm$  5 años de edad, 71  $\pm$  8 kg, de peso, 176  $\pm$  6 cm de altura, 189  $\pm$  11 lat/min, de frecuencia cardiaca máxima, y 57  $\pm$  4 ml/kg/min de consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ). Los participantes firmaron una hoja de consentimiento, donde se les informaba detalladamente de los procedimientos experimentales y del derecho de terminar la participación en el estudio en cualquier momento, sin perjuicio de sus relaciones con la Universidad de Castilla-La Mancha. El estudio fue aprobado por el comité ético de la Universidad de Castilla-La Mancha.

**Tests Preliminares.** Al menos tres días antes del experimento se midió en cada uno de los participantes el umbral de lactato y el  $VO_{2max}$  usando un protocolo incremental en un cicloergómetro electrónico con control de carga independiente de las revoluciones de pedaleo (Seca Cardiotest 100). Durante las primeras 5 cargas de ejercicio se incrementó la carga 25 vatios cada 4 minutos y se recogieron muestras capilares de sangre mediante punción del pulpejo del dedo en el minuto final de cada uno de estos estadios de trabajo. La sangre recogida fue inmediatamente analizada en un analizador de lactato (YSI-1500 Sport) y con los valores obtenidos se calculó el umbral de lactato basándose en el método de Coyle y cols.<sup>(2)</sup> de 1 milimol por encima de la línea basal. Una vez completados estos 5 estadios submáximos, la carga se incremento 25 vatios cada 1 minuto hasta la extenuación para alcanzar el  $VO_{2max}$ . Se convino que el test era máximo si el participante

alcanzaba la frecuencia cardiaca máxima estimada según la fórmula  $220 - \text{edad}^{(5)}$ , si el cociente de  $\text{VCO}_2 / \text{VO}_2$  superaba el valor de 1,15 y si el  $\text{VO}_2$  no aumentaba a pesar de incrementos en la carga de trabajo.

**Diseño Experimental.** Los participantes pedalearon en el cicloergómetro (Seca Cardiotest 100) realizando un protocolo incremental de 5 cargas de trabajo a 125, 150, 175, 200, y 225 vatios, con 4 minutos de duración en cada carga y sin descanso entre cargas. El objetivo era que la última carga de trabajo (225 vatios) fuera una carga superior que la carga de umbral de lactato calculada en el test preliminar. Dada la homogeneidad en la forma física en el grupo de participantes, el protocolo de cargas usado fue el mismo para todos. Cada participante realizó el protocolo incremental de trabajo (20 minutos de trabajo en total) en dos ocasiones en el mismo día. En una condición el participante lo realizó en el ambiente NEUTRAL ( $21 \pm 2^\circ \text{C}$ ;  $43 \pm 4\%$  de humedad relativa, con ventilador) y en otra en una situación ambiental de CALOR controlado en una cámara climática ( $38 \pm 1^\circ \text{C}$ ;  $28 \pm 3\%$  de humedad relativa, con ventilador). La secuencia de los test fue aleatoria para eliminar los posibles efectos del orden de las pruebas en las variables dependientes medidas. Entre las condiciones NEUTRAL y CALOR, los participantes descansaron al menos 45 minutos en una temperatura ambiente de  $21^\circ \text{C}$  mientras bebían un volumen de agua igual al peso perdido para asegurarnos que comenzaban cada prueba con el mismo nivel de hidratación.

**Procedimiento Experimental.** Los participantes llegaron al laboratorio al menos 90 minutos después de la ingestión de la última comida. El participante se vistió con pantalones de ciclista y procedió a pesarse en una escala electrónica con precisión de 100 gr (Seca 780). Al participante se le colocó un transmisor

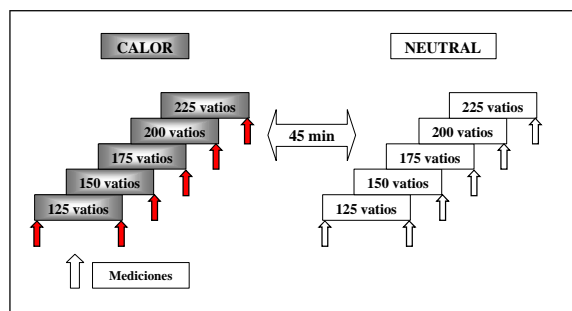
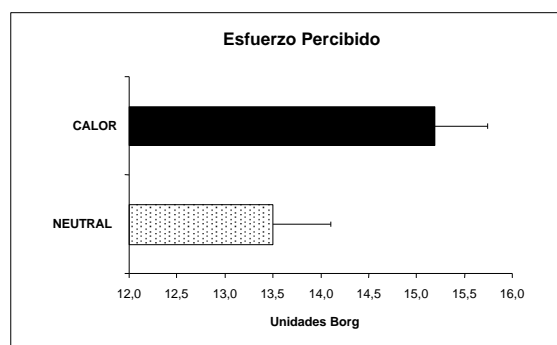


FIGURA 1.- Diseño experimental

de frecuencia cardiaca en el pecho (Polar Accurex<sup>®</sup>) y se procedió a canularle la vena antecubital del brazo derecho (cánula intravenosa, Ohmeda) siguiendo procedimientos estériles, realizado por personal médico autorizado. La cánula se mantuvo patente durante toda la prueba mediante enjuagues con suero salino fisiológico estéril (0.9% NaCl; Grifols). Antes de comenzar el ejercicio se recogió una muestra de sangre venosa para el análisis de la concentración de lactato en reposo (YSI-1500 Sport). También, se recogieron muestras de sangre en el último minuto de cada estadio que se analizaron inmediatamente en el analizador de lactato. El analizador de lactato (YSI-1500 Sport) fue calibrado en varias ocasiones usando estándares de concentración 5 y 15 mmol/L (YSI). La ventilación pulmonar ( $V_e$ ) se midió usando un sistema de análisis de gases (Cosmed k4 b<sup>2</sup>). En el último estadio del ejercicio se le pidió al participante que estimara numéricamente su sensación de esfuerzo usando la escala de Borg<sup>(1)</sup>. Una vez concluido el 5º estadio de carga de trabajo (225 vatios) se midió la temperatura timpánica (Baun) y el participante se volvió a pesar con solo los pantalones de ciclista. El participante bebió un volumen agua igual al peso perdido. Después de al menos 45 min de descanso se volvió a repetir todo el procedimiento en la condición ambiental restante (NEUTRAL o CALOR). Una vez completado el experimento se extrajo la cánula venosa y se presionó sobre la incisión con una gasa estéril durante al menos 10 minutos para evitar el posible hematoma. Una vez realizado estos procedimientos se aplicó una tirita sobre la incisión y se despidió al participante.

**Análisis Estadístico.** Los datos obtenidos fueron analizados usando el software SPSS (v 9.0) realizando un análisis de modelo lineal general ANOVA de



(\*) Significativamente mayor que en el ambiente neutral ( $p < 0,05$ )

FIGURA 2.- Esfuerzo percibido (escala de Borg).

dos factores (temperatura ambiente y tiempo) con medidas repetidas en un modelo intra-sujeto. Los tiempos específicos donde había diferencias entre tratamientos fueron identificados usando contrastes calculados con medidas repetidas univariadas. El nivel de significancia estadística se marcó en  $P < 0.05$ . Los resultados se presentan como media  $\pm$  SEM (error estándar de la media).

## RESULTADOS

**Nivel de Hidratación Temperatura Timpánica y Percepción del Esfuerzo.** A pesar de los  $16^\circ\text{C}$  de diferencia en temperatura entre la condición NEUTRAL y CALOR ( $21 \pm 2$  vs  $38 \pm 1^\circ\text{C}$ ;  $p < 0,05$ ) los participantes perdieron la misma cantidad de peso corporal en las dos condiciones ( $0,41 \pm 0,02$  kg). Asimismo la temperatura timpánica alcanzada fue similar en el CALOR y en el test NEUTRAL ( $37,6 \pm 0,3$  vs.  $37,5 \pm 0,3^\circ\text{C}$ ). El efecto del CALOR fue notable en cuanto al esfuerzo percibido que era mayor tras el último estadio de trabajo en el CALOR que en test NEUTRAL ( $15,2 \pm 0,6$  vs  $13,5 \pm 0,6$  respectivamente, unidades de la escala de Borg;  $p < 0,05$ ).

**Frecuencia Cardíaca y Ventilación.** Durante las primeras 3 cargas de trabajo (125, 150 y 175 vatios) no se apreciaron diferencias significativas en la frecuencia cardíaca (FCd), o ventilación pulmonar ( $V_e$ ) entre el CALOR y NEUTRAL. Sin embargo, las diferencias fueron aumentando y en la última carga de ejercicio (225 vatios) la FCd y la  $V_e$  fueron 8 latidos por minuto y 6 litros por minuto mayores en el CALOR en comparación al test NEUTRAL ( $p < 0,05$ ).

**Niveles de Lactato.** Los niveles de lactato en sangre venosa eran similares durante el reposo y las cargas de trabajo iniciales (125 y 150 vatios). Sin embargo, los niveles de lactato fueron progresivamente mayores en el CALOR en comparación con NEUTRAL a medida que se aumentaba las cargas de trabajo (175, 200 y 225 vatios;  $p < 0,05$ ). Durante el ejercicio, las diferencias fueron máximas en la carga de 225 vatios con niveles de  $3,5 \pm 0,6$  en NEUTRAL y de  $4,6 \pm 1$  mmol/L en CALOR.

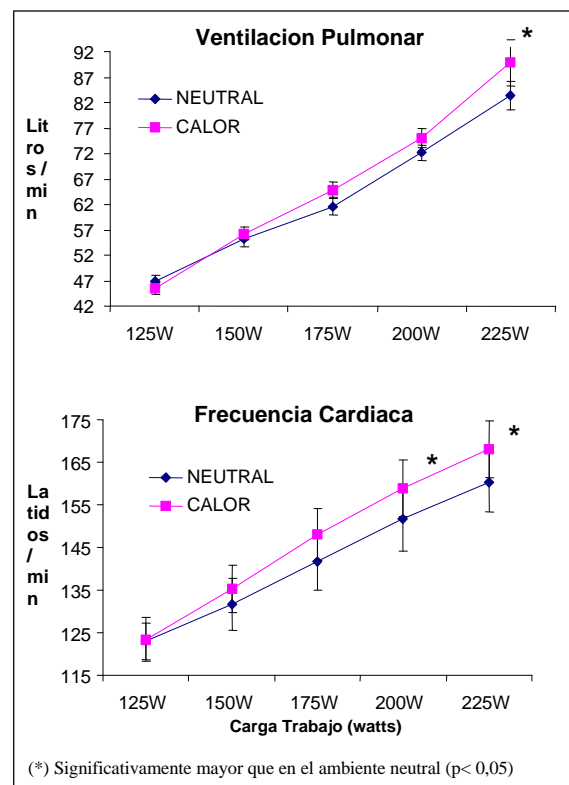
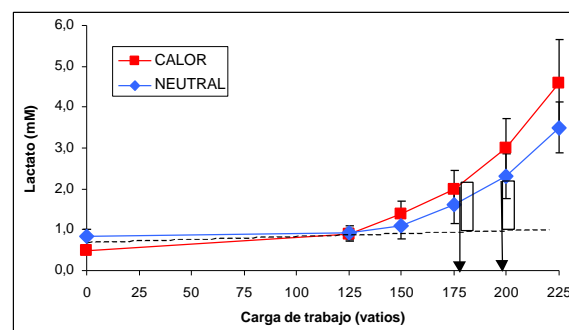


FIGURA 3.- Ventilación pulmonar (L/min) y frecuencia cardíaca (latidos/min).



(\*) Significativamente mayor que en el ambiente neutral ( $p < 0,05$ )

## DISCUSIÓN

El hallazgo más importante de este experimento es que el calor ambiental ( $38^\circ\text{C}$ ) acelera el ritmo de acumulación de lactato en sangre y reduce la carga en la cual aparece el umbral de lactato. Otros investigadores han demostrado que el ejercicio prolongado (más de 60 minutos) en el calor produce deshidratación e hipertermia e incrementa en el ritmo de glucógenolisis y por consiguiente la acumulación de

lactato muscular y sanguíneo <sup>(6)</sup>. Sin embargo, hasta ahora, no se había demostrado que el calor afectara los niveles de lactato en un test de menos de 30 minutos similar a los que normalmente se utilizan para detectar el umbral de lactato.

En 1986, Smolander y cols realizaron dos tests incrementales hasta la extenuación en 8 sujetos no aclimatados comparando la condición termoneutral (25° C) y la de calor (40° C). Estos investigadores no encontraron diferencias en las concentraciones de lactato en la carga más alta de trabajo. Basándose en este experimento, se ha sugerido que el calor no afecta los resultados de un test de umbral de lactato. Smolander y cols <sup>(11)</sup> midieron el lactato en la circulación cutánea (mediante punción en el dedo) solamente durante las cargas de trabajo más intensas. Este mismo grupo ha demostrado que altas intensidades de ejercicio producen una vasoconstricción en la circulación cutánea <sup>(12)</sup>. Esta vasoconstricción cutánea puede haber prevenido que el lactato producido en los músculos durante el ejercicio alcance la circulación cutánea. Por lo tanto, valores más altos de lactato en el calor podrían haber sido detectados de haber usado otro procedimiento de toma de muestras de sangre.

En el presente experimento, hemos medido las concentraciones de lactato durante todos los estadios de un test incremental y hemos extraído sangre de una cánula insertada en una vena grande del brazo (antecubital) en vez de en la piel del dedo para evitar estos posibles efectos de vasoconstricción en la circulación cutánea con el aumento de las cargas. Nosotros medimos concentraciones de lactato significativamente más altas en el CALOR, sobre todo en las cargas cercanas al umbral de lactato. Estas mayores concentraciones pueden estar producidas por un incremento en los niveles de adrenalina para la misma carga de trabajo en respuesta al estrés que supone el ejercicio en el calor. Los mayores niveles de adrenalina estimulan la glucogenólisis muscular con el consiguiente aumento en la producción de lactato <sup>(8), (3)</sup>.

Los resultados de este experimento indican que en deportistas no aclimatados al calor podemos esperar un incremento en los niveles de lactato de hasta un 30% cuando entrenan por encima del umbral de lactato en los días calurosos. A veces, los entrenadores utilizan una medición de lactato durante un esfuerzo normalizado en sus atletas como una medida

de “confirmación” del estado de forma. Entrenadores y atletas han de ser conscientes que los resultados de esta medición, según el presente estudio, pueden ser hasta 30% más altos de lo esperado debido al calor ambiental. De la misma manera, los resultados de tests de umbral de lactato realizados “in situ” (piscina, pista de atletismo, velódromo) en días calurosos en atletas no aclimatados han de ser interpretados con cautela. Una reducción en el umbral de lactato en estos test no se debe interpretar como una pérdida de las adaptaciones metabólicas y cardiovasculares obtenidas con el entrenamiento.

Aún conociendo los efectos del calor en el umbral de lactato es difícil decidir como actuar. Reducir las cargas de trabajo hasta el nuevo nivel de umbral de lactato (175 vatios), podría dar como resultado la pérdida de la sobrecarga necesaria para entrenar el sistema anaeróbico y por lo tanto resultar en desentrenamiento. Entrenar en el calor a intensidades predichas por un test de umbral de lactato en ambiente neutral (200 vatios) sobrecargaría el sistema anaeróbico y la acumulación de lactato podría provocar la fatiga temprana de nuestros deportistas. Probablemente la recomendación más acertada sea la de entrenar a la misma frecuencia cardiaca (menos carga en el calor) e ir incrementando la carga de trabajo para mantener esta frecuencia cardiaca de umbral. La frecuencia cardiaca es un índice fiable de la aclimatación al calor y se va reduciendo debido a la expansión del volumen plasmático que tiene lugar durante la primera semana de entrenamiento en el calor <sup>(9)</sup>. Sin embargo, las adaptaciones metabólicas (reducción en la activación de la glucogenólisis por la hormona adrenalina) podrían llevar mas tiempo. Experimentos donde se midan los efectos de la aclimatación al calor en la evolución de los niveles de lactato y FCd durante el ejercicio son necesarios.

En conclusión, deportistas no aclimatados al calor tienen un nivel más alto de lactato cuando realizan ejercicio en el calor ( $38 \pm 1^\circ \text{C}$ ), en comparación al mismo ejercicio en temperatura neutral ( $21 \pm 2^\circ \text{C}$ ). Esto reduce la carga de trabajo que produce el umbral de lactato. Intensidades de entrenamiento basadas en valores obtenidos en un test de umbral de lactato en el calor infravaloraría las cargas de trabajo y podrían resultar en desentrenamiento. Intensidades de entrenamiento basadas en test de umbral de lactato en un ambiente neutral ( $21^\circ \text{C}$ ) cuando el entrenamiento se

realiza en el calor durante los primeros días del verano podría resultar en fatiga temprana por excesiva acumulación de lactato.

*Agradecimientos: Agradecemos la colaboración entusiasta del alumnado de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Toledo.*

## B I B L I O G R A F Í A

- 1 **BORG, G.:** "Simple rating methods for estimation of perceived exercise". 1975, New York: Pergamon.
- 2 **COYLE, E. F., W.H. MARTIN, A.A. EHSANI, J.M. HAGBERG, S.A. BLOOMFIELD, D.R. SINACORE, J.O. HOLLOSZY.:** "Blood lactate threshold in some well-trained ischemic heart disease patients". *J. Appl. Physiol.* , 1983; 54: 18-23.
- 3 **FEBBRAIO, M. A., D.L. LAMBERT, R. L. STARKIE, J. PROIETTO, M. HARGREAVES.:** "Effects of epinehrine on muscle glycogenolysis during exercise in trained men". *J. Appl. Physiol.* , 1998; 84: 465-470.
- 4 **FEBBRAIO, M. A., M.F. CAREY, R.J. SNOW, C.G. STATHIS, M. HARGREAVES.:** "Influence of elevated muscle temperature on metabolism during intense, dynamic exercise". *Am. J. Physiol.* , 1996; 271: 251-255.
- 5 **FOX, S. M., NAUGHTON, J.P., HASKELL, W.L.:** "Physical activity and the prevention of coronary heart disease". *Ann. Clin. Res.* , 1971; 3: 404-432.
- 6 **GONZÁLEZ-ALONSO, J., J. A. L. CALBET, B. NIELSEN.:** "Metabolic and thermodynamic responses to dehydration-induced reductions in muscle blood flow in exercising humans". *J. Physiol. (Lond.)* , 1999; 520: 577-589.
- 7 **MONTAIN, S. J., E.F. COYLE.:** "The influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise".: *J. Appl. Physiol.* , 1992; 73: 1340-1350.
- 8 **MORA-RODRÍGUEZ, R., J. GONZÁLEZ-ALONSO, P.R. BELOW, E.F. COYLE.:** "Plasma catecholamines and hyperglycemia influence thermoregulation during prolonged exercise in the heat".: *J. Physiol.(Lond.)* , 1996; 491: 529-540.
- 9 **NIELSEN, B., J.R. HALES, S. STRANGE, N.J. CHRISTENSEN, J. WARBERG, B. SALTIN.:** "Human circulatory and thermoregulatory adaptations with heat acclimation and exercise in a hot, dry environment". *J. Physiol. (Lond.)* , 1993; 460: 467-485.
- 10 **SAUNDERS, P. U., M.J. WATT, A.P. GARNHAM, L.L. SPRIET, M. HARGREAVES, M.A. FEBBRAIO.:** "No effect of mild heat stress on the regulation of carbohydrate metabolism at the onset of exercise". *J. Appl. Physiol.* , 2001; 91: 2282-2288.
- 11 **SMOLANDER, J., P. KOLARI, O. KORHONEN, P. ILMARINEN.:** "Aerobic and anaerobic responses to incremental exercise in a thermoneutral and a hot dry environment". *Acta Physiol. Scand.* , 1986; 128: 15-21.
- 12 **SMOLANDER, J., P. KOLARI, O. KORHONEN, R. ILMARINEN.:** "Skin blood flow during incremental exercise in a thermoneutral and a hot dry environment". *Eur. J. Appl. Physiol.* , 1987; 56: 273-280.