

DESTRUCCIÓN MUSCULAR, MODIFICACIONES DE FRECUENCIA CARDIACA, LACTATO Y PERCEPCIÓN SUBJETIVA DE ESFUERZO EN UNA PRUEBA DE CARRERA POR RELEVOS DE ULTRA-RESISTENCIA DE 24 HORAS

Clemente, V.; Muñoz, V.; Ramos, D.; Navarro, F.;
González-Ravé, J. M.

Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad Castilla la Mancha

RESUMEN

Este trabajo pretende estudiar los cambios en la frecuencia cardiaca, la concentración sanguínea de lactato, creatinquinasa (Ck) y la percepción subjetiva de esfuerzo (RPE) antes, durante y después de una carrera de ultraresistencia de 24 horas por relevos. Se analizaron los 8 sujetos (33 ± 6.9 años; 172.6 ± 3 cm, 69.3 ± 8.7 kg.) participantes en la prueba deportiva Reto de la Plata que consistía en recorrer los 340 km que separan Castillo de las Torres (Sevilla) y Baños de Montemayor (Cáceres) haciendo relevos de 20' de duración durante la prueba. Se realizaron cuatro tomas de muestras a lo largo de la prueba. Los resultados muestran como la Ck aumento significativamente a lo largo de la prueba, que la concentración de lactato tuvo un pico en la segunda toma (5.3 ± 2.4 mmol/l) y después de esta toma se mantuvo en valores cercanos a 4 mmol/l. La frecuencia cardiaca media fue de 150.5 ± 20.6 p/m presentando un valor máximo en la segunda toma (169 ± 8.7 p/m) y a partir de este descendió hasta la ultima toma. Los valores de RPE disminuyeron a lo largo de la prueba.

Palabras clave: Frecuencia cardiaca, lactato, RPE, creatinquinasa, ultraresistencia

ABSTRACT

The aim of this study is to examine changes in the heart rate, blood lactate and creatinquinase (ck) concentration and perceived effort (RPE) before, during and after a race of 24 hours per relay. We analyzed the 8 subjects (33 ± 6.9 years, 172.6 ± 3 cm, 69.3 ± 8.7 kg) participating in the race Ruta de la Plata was to travel the 340 km separating Castillo de las Torres (Sevilla) and Baños Montemayor (Cáceres) did relay 20 'in length during the race. . Four samples were taken during the race. The results show that Ck increased significantly during the race. Lactate concentration had a peak in the second sample (5.3 ± 2.4 mmol / l) and after this sample was maintained at values close to 4 mmol / l (4.1 ± 1.6 mmol / l in the 3rd sample, and 4.3 ± 1.5 mmol / l in the last sample). Heart rate averaged 150.5 ± 20.6 p / m presenting a maximum value on the second sample (169 ± 8.7 p / m) and from this down to the last sample. RPE values decreased in the course of the competition.

Key Words: Heart rate, lactate, RPE, creatinquinase, ultraendurance

Correspondencia:

Vicente Clemente Suárez
Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad Castilla la Mancha
Avda Carlos III S/n. 45004. Toledo
vicente.clemente@uclm.es

Fecha de recepción: 12/02/2009

Fecha de aceptación: 04/02/2010

INTRODUCCIÓN

Existen numerosos estudios sobre pruebas de ultraresistencia en los que se han estudiado parámetros bioquímicos para medir la destrucción muscular como la Creatinkinasa (CK) (Clasing y Siegfried, 1986; Fallon et al, 1999; Neumayr et al, 2002; Noakes et al, 1983; Mougios, 2007; Skenderi et al, 2006) mostrando como esta enzima aumenta por encima de los valores normales (33 – 180 U/l. Tresguerres, 1993) hasta valores de entre 400 y 600 U/l y en algunos casos hasta 1661 U/l después de pruebas de ultraresistencia (Aguiló et al, 2006) y especialmente en los días posteriores a la prueba. También el estudio de la respuesta de la frecuencia cardiaca ha sido muy numeroso. Se ha demostrado que un déficit de fluidos corporales debido a una mala hidratación en pruebas de ultraresistencia provoca un aumento de la frecuencia cardiaca (para mantener el gasto cardiaco), una reducción del volumen sistólico, además de un aumento de la temperatura central (Rehrer, 2001). En esfuerzos de 24h se observa a partir de las 6h un aumento de 15 ± 6 p/m respecto a la frecuencia cardiaca de estadios iniciales, y vuelve a estos valores iniciales a partir de las 18h (Mattsson et al, 2009). Estas modificaciones de la frecuencia cardiaca han sido estudiados en pruebas de ciclismo (Neumayer et al, 2002; Neumayr et al, 2003; Neumayr et al, 2004); de natación (Knechtle et al, 2004); y de carrera a pie (Linderman y Laubach, 2004) obteniendo unos valores de frecuencia cardiaca al finalizar los diferentes esfuerzos entre 119 y 133 p/m. Es conocido que la concentración sanguínea de lactato es un marcador muy útil de la intensidad del ejercicio (Cairns, 2006), de tal forma que diversos autores han estudiado su concentración en triatletas después de realizar 3km de natación y 3h de ciclismo, viendo como sus valores aumentaban por encima del OBLA, (Laursen et al, 2000) y en corredores de ultraresistencia (Linderman y Laubach, 2004) después de realizar 160 km obteniendo valores cercanos a 1 mmol/l. Se puede observar como a mayor tiempo de prueba la concentración sanguínea de lactato es menor, mostrando como la intervención del metabolismo aeróbico es mayor mientras más larga es la duración de la prueba. La percepción subjetiva del esfuerzo realizado ha sido objeto de estudio por diversos autores, Borg comprobó como los factores fisiológicos tienen una mayor influencia sobre la percepción de la fatiga que los psicológicos (Borg, 1982). Otros autores la han estudiado en deportistas de ultraresistencia como ciclistas (Wirnitzer, 2006; Jeukendrup et al, 2006) y triatletas (Laureen et al, 2008) obteniendo valores entre los 13 y los 15 en la escala 6 – 20 de RPE (Borg, 1970).

Un factor común en este tipo de estudios es que se realizaron en pruebas continuas y la obtención de datos se limita a los momentos anteriores a la salida y al finalizar la prueba. En este estudio se pretendió además de analizar la respuesta orgánica de los sujetos antes y después de la prueba, analizarla durante la prueba. También

cabe destacar que la prueba se realizó por relevos, hecho que rompe la continuidad de la prueba y la hace diferente al resto. El objetivo de este estudio es analizar los cambios en la frecuencia cardíaca, la concentración sanguínea de lactato y creatinquinasa y la percepción subjetiva de esfuerzo (RPE) durante una prueba de ultraresistencia por relevos de 24 h.

MÉTODO

Participantes

Los ocho participantes en la prueba deportiva Reto de la Plata fueron los sujetos de estudio. Todos los sujetos participantes fueron informados del tipo de estudio que se iba a realizar y previamente firmaron el consentimiento voluntario para que se les tomaran las medidas durante el transcurso de la prueba. Las características de los sujetos eran: 33 ± 6.9 años, 172.6 ± 3 cm, 69.3 ± 8.7 kg, 13.0 ± 2.6 % graso, 93.8 ± 33.8 minutos de entrenamiento diarios, 532.5 ± 213.8 minutos de entrenamiento semanal y una experiencia en pruebas de resistencia de más de 10 años.

Prueba

La investigación realizada tuvo lugar coincidiendo con la prueba deportiva Reto de la Plata, que consistía en recorrer la Comunidad de Extremadura (España) de sur a norte realizando relevos de 20 minutos en menos de 24 horas, con un equipo formado por 8 sujetos.

Los sujetos tenían que recorrer 340 km en menos de 24h, realizando relevos de 20' de carrera cada uno, recuperando el tiempo que estaban los otros corredores realizando su intervalo de carrera.

Se realizaron cuatro tomas de muestras. Una toma basal antes de comenzar la prueba y posteriormente tres tomas más, una después de acabar el primer relevo, otra después de acabar un relevo en el intermedio de la prueba y una última toma de muestras que se realizaba en el penúltimo relevo de cada uno de los sujetos. Los horarios se muestran en la tabla 1. En cada una de las tomas de muestras se analizaron los parámetros de FC, lactato y RPE solo en los tres últimos. Para ello al acabar el relevo se registraba el valor de FC del monitor del sujeto, se le mostraba la escala de RPE donde señalaba un valor y se procedía a realizar la toma de sangre. Para la extracción de sangre el sujeto se colocaba de pie con los brazos flexionados y se realizaba una punción en un dedo de la mano derecha hasta rellenar un capilar de 32 μ l.

TABLA 1
Horario de la toma de muestras

Toma de muestra	Hora de la toma de muestra
T0	9:17 - 11:06
T1	13:20 - 15:23
T2	22:53 - 2:26
T3	6:44 - 10:54

La prueba comenzó el día 19 de enero de 2008 a las 12:00 en El Real de la Jara (Sevilla, España) y finalizó en la localidad cacereña de Baños de Montemayor (Cáceres, España). Durante los periodos de descanso los sujetos se hidrataban y alimentaban individualmente sin tener ningún control sobre la ingesta de alimentos y bebidas que realizaron durante la prueba.

Medidas

Se analizaron los siguientes parámetros durante la prueba: Frecuencia cardiaca, percepción subjetiva de esfuerzo, y lactato en sangre, todos ellos parámetros que nos permiten conocer la intensidad de la carga de competición durante la prueba.

Instrumentos

Para el registro de la frecuencia cardiaca y del tiempo se utilizaron monitores de ritmo cardiaco: Polar S810 (Polar Electro Ibérica. Barcelona). Para el registro de la percepción subjetiva de esfuerzo se utilizó la Escala de Percepción Subjetiva de Esfuerzo sobre valores de 6 a 20 (Borg, 1970). Para el análisis de la concentración de lactato sanguíneo se utilizó el sistema: Accusport Lactate Analyzer (Total Performance Inc. Mansfield, Ohio). Para la obtención de los valores de concentración sanguínea de CK se utilizó el sistema Reflotron Plus. Roche Diagnostics S.L. (Sant Cugat del Vallès, Barcelona). Para el análisis de la Ck y del lactato se tomó una muestra de sangre capilar en un dedo, de 32 µl.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos en esta investigación han sido analizados con el programa estadístico SPSS 15.0. Primero se determinó la normalidad de la muestra con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Después se realizó un ANOVA de medidas repetidas cuando se asumieron la homogeneidad de varianza, de normalidad y la esfericidad, con post hoc de Bonferroni para las variables paramétricas, para las variables no paramétricas se realizó la prueba de Friedman para ver si existían diferencias significativas para

posteriormente realizar el test de Wilcoxon con post hoc de Bonferroni. Para todas las comparaciones se aceptó el índice de significación de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Se observa un aumento significativo en los valores de CK en las cuatro tomas de muestras (206.9; 234.6; 522.6 y 952.3 U/l respectivamente). El registro de frecuencia cardiaca tiene su máximo valor en la segunda toma (169 ± 8.7 p/m) y a partir de éste descende hasta la última toma (128.8 ± 21.4 p/m), valor más bajo después del obtenido en la toma basal (74.3 ± 9.3 p/m). Los datos de concentración sanguínea de lactato muestran como después de la toma basal se obtuvo el máximo valor (5.3 ± 2.4 mmol/l) y después de esta toma se mantuvo en valores cercanos a 4 mmol/l, (4.1 ± 1.6 mmol/l en la 3ª toma y 4.3 ± 1.5 mmol/l en la última toma). Los valores medios de RPE disminuyen a partir de la segunda (no hubo toma basal) hasta la última toma de muestras un punto (13.4 en la segunda, 12.4 en la tercera y 11.4 en la última). Los valores registrados en la prueba se muestran en la tabla 2.

TABLA 2
Valores obtenidos en las 4 tomas de muestras

Parámetro	Unidad	Toma de Muestra			
		0	1	2	3
CK	U/l	206.9	234.6*	522.6*†	952.3*†‡
Lactato	mmol/l	2.8	5.3	4.1	4.3
FC	p/m	74.3	169.8*	153.1*†	128.8*†
RPE	-	-	13.4	12.4	11.4

* $p < 0.05$ v Toma 0; † $p < 0.05$ v toma 1; ‡ $p < 0.05$ v toma 2

DISCUSIÓN

Creatinkinasa

Al terminar la prueba los valores registrados eran casi 5 veces superiores a los registrados en la toma basal (952.3 ± 428.3 U/l), lo cual supone que este tipo de esfuerzos prolongados aumentan la actividad de esta enzima (Noakes et al, 1983). Aunque son muy superiores a los obtenidos después de realizar 75 km (423 U/l), 100 km (629.2 U/l) (Clasing y Siegfried, 1986) o 88 km (637 U/l) (Noakes et al, 1983). Incluso son superiores a los valores obtenidos en una carrera de 1382 km realizados en una media de 14.11 días y una media de 96.7 km/día (567 ± 297 U/l) (Fallon et al, 1999).

Al comparar los datos con otros estudios en los cuales la prueba no era de carrera a pie, comprobamos como la concentración de CK de este estudio duplica los va-

lores obtenidos por un sujeto después de realizar 20h y 51' de ciclismo (420 U/l)(Neumayr et al, 2002). Esto podría ser debido a que en la carrera a pie la destrucción de células musculares y la consecuente liberación de la encima CK, es mayor que al montar en bicicleta. Posiblemente debido al mayor impacto que sufre el tren inferior al realizar la carrera a pie, que es menor en la bicicleta, ya que la liberación de CK al torrente sanguíneo proviene de la ruptura de los sarcómeros de la fibra muscular. Por tanto, la especialidad deportiva determina los valores de CK en pruebas de ultraresistencia (Mougios, 2007).

En todas las investigaciones referenciadas en la que los sujetos realizaban la prueba de ultra-resistencia corriendo, los valores de CK son inferiores a los obtenidos en este estudio, cabe destacar que todos estos estudios estaban hechos en pruebas donde los sujetos realizaban esfuerzos continuos, no esfuerzos intervalados. Este factor podría influenciar en las muestras de CK tomadas, haciendo las de este estudio mayores que las de los demás. Esto puede ser debido a la mayor intensidad a la que han ido los sujetos de este estudio, ya que al tener recuperación después de cada esfuerzo la intensidad que llevaron a lo largo de la prueba fue superior, otro punto que puede haber influido es el incompleto calentamiento y vuelta a la calma que realizaban los sujetos antes y después de cada relevo, por las dificultades técnicas y logísticas de la prueba.

Frecuencia Cardíaca

La frecuencia cardíaca media obtenida por los sujetos durante la prueba (150.5 ± 20.6 p/m) está por encima de la obtenida en una prueba de ultraresistencia de ciclismo de 525 km la cual fue de 126 p/m (Neumayr et al, 2004); de igual forma es superior a las 131 p/m obtenidas por un sujeto al realizar otra prueba de ultraresistencia de ciclismo de 460 km (Neumayr et al, 2002; Neumayr et al, 2003); también están por encima de las 133 p/m que promedió un nadador al nadar 26.4 km en una piscina (Knechtle et al, 2004); y también está por encima de los valores obtenidos por un sujeto que recorrió 172 km en 24 h (119 ± 8 p/m).

La intensidad de carga que llevaron los sujetos según el ritmo cardíaco promediado estaría en la zona de transición aeróbica-anaeróbica y dentro de ella en el nivel de aeróbico 2 (García y Leibar, 1997; Sjödín y Jacobs, 1981), los autores señalan la concentración de lactato para esta zona sobre 3 mmol/l, valor inferior al alcanzado por los sujetos en las tres tomas durante la prueba (5.3, 4.1 y 4.3 mmol/l respectivamente).

Posiblemente los sujetos tuvieron valores más altos de FC al realizar esfuerzos cortos (20' de duración) y poder recuperar después de ellos hasta que volvían a correr su relevo, por lo que podían mantener una intensidad más alta al ser el tiempo de

esfuerzo relativamente pequeño, aunque al final de la prueba acumulasen casi 4 horas de carrera cada uno. Además la tendencia de los valores de FC es similar al obtenido por Aguiló et al (2006) al estudiar la respuesta de la FC en un nadador paralímpico al realizar 58.8 km en 24 h, en donde se pudo ver como al principio obtuvo valores altos de FC y a partir de las 6 h se estabilizaron en valores inferiores.

Lactato

Los resultados obtenidos al finalizar la prueba (4.3 ± 1.5 mmol/l) estarían ligeramente por encima del máximo equilibrio entre la producción y aclaramiento de lactato (Fox, 2003; Hollman, 1985; Olbrech et al, 1985) y del OBLA (comienzo de la acumulación de lactato en la sangre) (Sjödín y Jacobs, 1981; Hollman, 1985) concentración que mantuvieron a partir de la tercera toma de muestras, por lo que se puede ver que durante los relevos los sujetos estaban en la intensidad de umbral y no superaban esta intensidad. Estos valores son parecidos a los obtenidos por Laursen et al (2000) (4.8 ± 0.5 mmol/l) en triatletas después de realizar 3000 metros de natación y tres horas de ciclismo y superiores a los que Linderman y Laubach (2004) obtuvieron al analizar a un sujeto corriendo durante 21 horas y 59 minutos. Esto puede ser debido a que la intensidad con la que se realizaron los relevos de esta prueba era mayor que la pudo desarrollar un solo sujeto durante casi 22 horas. Esta intensidad pudo ser mantenida por los descansos entre cada relevo. En el caso de los triatletas el esfuerzo fue de una limitación temporal muy inferior a la que Linderman y Laubach (2004) presentan en su investigación con lo cual la intensidad con la que se realizó fue mayor y de ahí la mayor concentración de lactato.

Percepción subjetiva de esfuerzo

Los resultados obtenidos por los sujetos en la percepción subjetiva de esfuerzo son ligeramente inferiores a los obtenidos por otros autores, se puede ver como hay una tendencia a la baja desde el comienzo de la prueba hasta el final pero no siendo significativa esta diferencia (13.4, 12.4, 11.4 en la 2ª toma, 3ª toma y 4ª toma de muestras). El valor de la última toma está ligeramente por debajo de los obtenidos por otros autores como Laursen et al (2008) que al analizar a ocho triatletas después de realizar 3 km de natación y 3 horas de ciclismo los sujetos obtuvieron unos resultados después de la natación de 14.6 ± 0.4 y después del ciclismo de 14.0 ± 0.1 ; Wirnitzer (2006) al analizar ciclistas después de realizar 662 km bicicleta de montaña obtuvo valores de 15,22; y Jeukendrup et al (2006) en 5h de cicloergómetro tomando glucosa + fructosa los resultados fueron de 13.1 ± 0.7 , tomando glucosa de 14.2 ± 0.8 y tomando agua de 14.2 ± 0.7 . Estos resultados son un poco mayores a los obtenidos en esta investigación y todos ellos son de pruebas continuas no de pruebas por relevos

en los que existe recuperación después de cada esfuerzo, hecho que puede explicar estos valores ligeramente más bajos, ya que no tenían que estar continuamente concentrados en la prueba, después de cada posta al descansar podían desconectar de lo que estaban haciendo además de recuperar físicamente del esfuerzo realizado.

Como conclusión, podemos decir como durante la realización de una prueba de ultraresistencia de 24 horas por relevos no se encontraron diferencias significativas en los valores de lactato y RPE. Por el contrario la frecuencia cardiaca mostró diferencias significativas entre todas las tomas excepto las dos últimas, observando valores altos al inicio que fueron disminuyendo en el transcurso de la prueba.

La intensidad de la prueba la situaría dentro de la zona de transición aeróbica-anaeróbica por lo que el entrenamiento para este tipo de prueba debería centrar los contenidos de entrenamiento específicos en desarrollar esta zona de entrenamiento.

Se recomendaría a los sujetos que realicen este tipo de pruebas un adecuado calentamiento y vuelta a la calma después de cada relevo para evitar un mayor daño muscular y poder disminuir el tiempo de recuperación de este tipo de esfuerzos. Así como mantener unos niveles de hidratación adecuados mediante toma de soluciones isotónicas que impidan la aparición de estados de deshidratación y pérdida de electrolitos y una toma de alimentos sólidos ricos en carbohidratos durante los periodos de recuperación lo que permita mantener altas las reservas energéticas y poder mantener un ritmo de carrera elevado durante toda la prueba.

REFERENCIAS

- Aguiló, A., Escudero, J. T., Suau, R., Mas, M. J., Garriaga, S., & Tauler, P. (2006). Una experiencia única: 24 horas a nado. A proposito de un caso. *Archivos de Medicina del Deporte*, XXIII(114), 313-317
- Borg, G. (1970) Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2(2), 92-98.
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14, 337-381.
- Cairns, S. P. (2006). Lactic Acid and Exercise Performance. Culprit or Friend? *Sports Medicine*, 36, 279-291.
- Clasing, D. y Siegfried, J. (1986). *Sportärztliche untersuchung und beratung*. Erlangen.
- Fallon, K. E., Sivyer, G., Sivyer, K., & Dare, A. (1999). The biochemistry of runners in a 1600 km ultramarathon. *British Journal of Sports Medicine*, 33, 264-269.
- Fox, I. S. (2003) *Fisiología Humana* (7ª ed.). Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España.
- García, M., & Leibar, X. (1997). *Entrenamiento de la resistencia de los corredores de medio fondo y fondo*. Madrid, Gymnos.
- Hollmann, W. (1985). Zur frage der Dauerleistungsfähigkeit. *Fortschr.Medicine*, 6, 109-116.

- Jeukendrup, A. E., Moseley, L., Mainwaring, G. I., Samuels, S., Perry, S., & Mann, C. H. (2006). Exogenous carbohydrate oxidation during ultraendurance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 100, 1134-1141.
- Knechtle, B., Knechtle, P., & Heusser, D. (2004). Energieumsatz bei Langstreckenschwimmen – eine Fallbeschreibung. *Österreichisches Journal Für Sportmedizin*, 3, 18-23.
- Laursen, P. B., Rhodes, E. C., & Langill, R. H. (2000). The effects of 3000-m swimming on subsequent 3-h cycling performance: implications for ultraendurance triathletes. *European Journal Of Applied Physiology*, 3, 28-33
- Linderman, J. K., & Laubach, L. L. (2004). Energy balance during 24 hours of treadmill running. *Journal of Exercise Physiology*, 7, 37-44.
- Mattsson, C.; Enqvist, J; Brink-Elfegoum, T.; Johansson, P.; Bakkman, L.; Ekblom, B. (2009). Reversed drift in heart rate but increased oxygen uptake at fixed work rate during 24h ultra-endurance exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29, 1-7.
- Mougios, V. (2007). Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 674-678.
- Neumayr, N., Gänzer, H., Sturm, W., Pfister, R., Mitterbauer, G., & Hörtnagl, H. (2002). Physiological effects of an ultra-cycle ride in an amateur athlete - A case report. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1, 20-26.
- Neumayr, G., Pfister, R., Mitterbauer, G., Gaenger, H., Sturm, W., & Hoertnagl, H. (2003). Heart rate response to ultraendurance cycling. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 89-90.
- Neumayr, G., Pfister, R., Mitterbauer, G., Maurer, A., & Hoertnagl, H. (2004). Effect of ultramarathon cycling on the heart rate in elite cyclists. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 55-59
- Noakes, T. D., Kotzenberg, G., McArthur, P. S., & Dykman, J. (1983) Elevated serum creatine kinase MB and creatine kinase BB-isoenzyme fractions after ultra-marathon running. *European Journal Of Applied Physiology*, 52, 75-79.
- Olbrecht, J., Madsen, O., Mader, A., Liesen, H., & Hollmann, W. (1985). Relationship between swimming velocity and lactic concentration during continuous and intermittent training exercises. *Internacional Journal of Sports Medicine*, 6, 74-77.
- Rehrer, N. J. (2001). Fluid and Electrolyte Balance in Ultra-Endurance Sport. *Sports Medicine*, 31, 701-715
- Sjödín, B., & Jacobs, I. (1981). Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *Internacional Journal of Sports Medicine*, 2, 23-26.
- Skenderi, K.; Kavourass, S.; Anastasiou, C.; Yiannakouris, N; Matalas, A. (2006). Exertional Rhabdomyolysis during a 246-km continuous running race. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(6):1054-1057
- Wirnitzer, K. (2006). Athletic performance capacity in mountainbike sorts under extremely strenuous more days lasting endurance impact performance-determining and performance-limiting factors during the hardest mountainbike race in the world. *Actas del Congreso Mladí Evropané ve vidí 2005*. (p113-121). Univerzita Karlova v Praze: Praha.
- Tresguerres, J. (1993). *Fisiología humana*. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana de España.

