PubliCE, (PubliCE) 2002

Case Study

Efectos Fisiológicos de la Realización de Ultra Ciclismo en un Atleta Amateur – Reporte de un Caso

Günther Neumayr[1], Hannes Gänzer[2], Wolfgang Sturm[2], Rudolf Pfister[1], Günther Mitterbauer[1] y Helmut Hörtnagl[1]

[1]*Institute of Sports Medicine, University Clinics of Innsbruck, Austria.*
[2]*Department of Internal Medicine, University Clinics of Innsbruck, Austria.*

RESUMEN

Los efectos fisiológicos del ejercicio de ultra resistencia están pobremente investigados. El presente reporte de un caso describe la intensidad del ciclismo de ultra resistencia y su impacto fisiológico sobre varias funciones orgánicas en un ciclista amateur que participó en la Ötztal Radmarathon que se corre en dos bloques en un circuito de dos vueltas idénticas (distancia 460 km; diferencia de altitud acumulada 11000 m). En una carrera de prueba previa, llevada a cabo en el laboratorio se midió la capacidad de rendimiento del atleta así como también su potencia aeróbica máxima (VO2 máx.=70 ml.kg-1.min-1), su máxima producción de potencia (5.7 W/kg) y un umbral de lactato del 89%. La intensidad global durante el ciclismo fue moderada (HR media=131 latidos/min; %HR máx.=0.71) y se redujo significativamente durante el curso de la carrera. Evaluaciones biomecánicas extensivas llevadas a cabo antes y después de la carrera excluyeron las principales perturbaciones orgánicas inducidas por el ejercicio. Para una mayor confirmación y un mejor entendimiento de los efectos fisiológicos de eventos de ultra ciclismo se requieren estudios con una muestra de atletas más grande.

Palabras Clave: eventos de ultra resistencia, intensidad del ejercicio, frecuencia cardíaca, funciones orgánicas, ci

INTRODUCCION

Si bien una gran cantidad de investigaciones se han dedicado a estudiar los efectos fisiológicos de eventos característicos de resistencia de entre 1 y 3 horas de duración, muy poco se entiende el impacto del ejercicio de ultra resistencia (i.e., > 4 horas) (Hawley y Hopkins, 1995; Kreider, 1991). La información actual acerca de las actividades de ultra resistencia proviene principalmente del triatlón (O'Toole et al., 1989a; Sleivert y Rowlands, 1996). Poco se sabe acerca de los efectos del ciclismo de ultra resistencia de más de 20 horas de duración.

La prueba Ötztal Radmarathon es una carrera de ciclismo muy desafiante de 1 día de duración caracterizada por una carga de trabajo comparable a las etapas de las pruebas del ciclismo profesional (e.g., Tour de Francia, Giro de Italia). En 1999 un ciclista amateur experimentado de sexo masculino realizó esta maratón dos veces en bloque en un circuito de 2 vueltas idénticas (i.e., distancia: 460 km; diferencia acumulada de altitud: 11000 m). El propósito del presente estudio de un caso fue describir el impacto del ciclismo de ultra resistencia, así como también los potenciales peligros para la salud que pueden aparecer en dichos eventos de ultra resistencia. Por lo tanto nosotros realizamos (1) una evaluación de ejercicio máximo previa a la carrera para determinar la capacidad de rendimiento del atleta, (2) el monitoreo de la frecuencia

cardíaca (HR) durante la carrera, para la estimación de la intensidad del ejercicio, y (3) evaluaciones de laboratorio de sangre y orina pre y post-carrera para valorara la influencia de el ciclismo en 460 km sobre diferentes funciones orgánicas.

METODOS

Características de la Carrera

La prueba Ötztaler Radmarathon es una carrera desafiante de ciclismo de 1 día que se realiza una vez por año en los Alpes del Tirol (Austria). En agosto de 1999 el atleta amateur examinado la corrió dos veces en bloque en un circuito de 2 vueltas idénticas. La caga de trabajo total consistió de 460 km con una diferencia acumulada de altitud de 11000 m a un altura de 550-2500 por encima del nivel del mar. Por cada vuelta se debían cruzar cuatro pasos montañosos dos veces: Brennerpass (1374 m), Jaufenpass (2097 m), Timmelsjoch (2509 m) y el Kühtai (2097 m) (Figura 1).

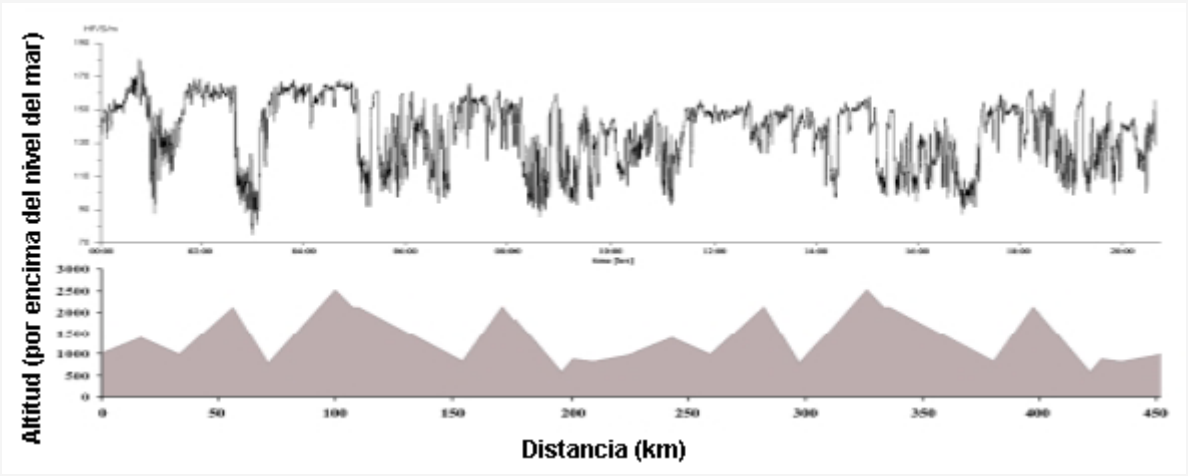


Figura 1. *Respuesta de la frecuencia cardíaca durante el evento de ciclismo de ultra resistencia. Perfil de la frecuencia cardíaca (arriba); perfil del curso de la carrera (abajo).*

La carrera tuvo lugar bajo condiciones climáticas frías y secas. Durante la carrera la temperatura estuvo en el rango de los 14-21ºC y la humedad relativa en el rango del 55-85%. El sujeto había dado su consentimiento por escrito en concordancia con las normas establecidas por el Comité de Ética Institucional.

Evaluaciones de Ejercicio Previas a la Carrera Realizadas en el Laboratorio

Una semana antes de la maratón se realizó un test de ejercicio máximo progresivo sobre un cicloergómetro ER 800 (Ergoline®, Bitz, Alemania), incrementando 50W cada 3 minutos hasta el agotamiento, para valorar la capacidad de rendimiento del atleta. Para medir la ventilación minuto (VE) BTPS, el consumo de oxígeno (VO_2) STPD, y la producción de dióxido de carbono (CO_2) STPD, empleamos espirometría de circuito abierto (Oxycon pro, Jaeger®, Würzburg, Alemania; CPX Medical Graphics). Se obtuvieron muestras de sangre capilar extraídas en el lóbulo de la oreja inmediatamente después de cada carga de trabajo. La concentración sanguínea de lactato [Lac, mmol/L] fue medida utilizando un analizador de lactato Ebio Plus (Eppendorf®, Hamburg, Alemania).

Monitoreo de la Frecuencia Cardíaca (HR) durante la Ultramaratón

La HR fue registrada durante toda la ultra maratón utilizando un dispositivo telemétrico Polar Vantage NV (Polar Electro Oy, Finlandia). Los datos registrados fueron analizados utilizando un programa computarizado (Polar Heart Rate Analysis Software 5.03, Polar Electro Oy, Finlandia), el cual permite al usuario seleccionar 3 frecuencias cardíacas de referencias y establecer 4 niveles de intensidad de ejercicio. Las frecuencias cardíacas de referencia fueron calculadas utilizando la "Ecuación de Karvonen" (Karvonen et al, 1975), multiplicando la frecuencia cardíaca de reserva (HRR) alcanzada durante el test de laboratorio previo a la prueba (HRR=HR máx. - HR de reposo) por los factores 0.5, 0.7, y 0.9 y sumando estos

valores a la frecuencia cardíaca de reposo (HR reposo). Se definieron los siguiente rangos: "rango de resistencia de larga duración" (HR_{LTE}) < 119 latidos por minuto (latidos/min) (<50% HRR); "rango aeróbico extensivo" (HR_{EA}) = 119-145 latidos/min (50-70% de la HRR); "rango aeróbico intensivo" (HR_{IA}) = 145-171 latidos/min (>90% de la HRR) (ACSM, 1995; Davies y Convertina, 1975).

Evaluaciones Bioquímicas de Laboratorio

Se recolectaron muestras de sangre y orina el día antes, inmediatamente después y 24 horas después del ejercicio. Las muestras de sangre fueron obtenidas por punción de una vena con el sujeto acostado y a la misma hora de la mañana tanto en el día previo como en el día de la carrera. En el día de la competición esto también se llevó a cabo inmediatamente después que el sujeto terminó la carrera. Las muestras de orina fueron recolectadas en los mismos puntos del tiempo. Se realizaron análisis para la determinación de las concentraciones plasmáticas y urinarias de los siguientes marcadores: sodio (Na^+), potasio (K^+), cloruro (Cl^-), mediante la utilización de electrodos sensibles a los iones (Hitachi analyzer 717 and 911; Roche Diagnostics, Basel, Suiza), y las concentraciones de calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}) fueron analizadas mediante fotometría. La actividad de la creatina quinasa (CK) fue determinada colorimétricamente utilizando el método estándar "Deutsche Gesellschaft für Klinische Chemie". La TnI cardíaca (cTnI) fue valorada por medio del método de radioinmunoensayo de micropartículas de dos etapas con una analizador AxSYM (Abbott Diagnostika, Wiesbaden, Alemania), la proteína C reactiva (CRP) fue analizada por medio del ensayo inmunoturbodimétrico (Tina-quant?, Roche Diagnostics, Basel, Suiza), la creatina fue valorada por medio de la reacción de Jaffe, y las proteínas séricas por medio del método de Biuret. La cuenta de glóbulos rojos, el hematócrito (Hct), la hemoglobina (Hb), los leucocitos y los trombocitos, fuero medidos en un contador de células automatizado (Coulter Gene S analyzer). Las concentraciones de todos los otros parámetros medidos fueron valoradas mediante métodos estándar. El porcentaje de cambio en el volumen plasmático (%PV) fue calculado a partir de los niveles pre y post ejercicio de Hct y Hb de acuerdo con la ecuación de Struss et al. (1951).

RESULTADOS

Variables Antropométricas y Resultados de la Carrera

El atleta de 36 años de edad tenía una talla de 1.78 m, y su masa corporal e índice de masa corporal eran de 70 kg y 22 kg/m^2, respectivamente. Su el kilometraje durante sus entrenamientos en 1999 fue de 12000 km. La carrera fue completada en 20h y 51min, los tiempos de las vueltas fueron 9h 40min y 11h 11min. Aunque bebió 8 litros de fluidos ricos en carbohidratos durante la carrera el sujeto perdió 3 kg que fueron recuperados en las siguientes 24 horas.

Perfil de Rendimiento del Atleta durante la Evaluación de Laboratorio Previa a la Carrera

La HR reposo del atleta, la HR máx. y la HRR fueron 54, 184 y 130 latidos/min, respectivamente. La producción máxima de potencia (W máx.) del sujeto en el test de laboratorio fue de 400 W (5.7 W/kg) con 352 W (5.0 W/kg) al comienzo de la acumulación de lactato (W_{OBLA}). Los valores máximos del consumo de oxígeno (VO_2 máx.), del índice de intercambio respiratorio (RER) y de la concentración de lactato fueron 4.87 l/min (70 ml/kg/min), 1.09 y 9.8 mmol/L respectivamente. La información acerca de los distintos parámetros de rendimiento se presenta en la Tabla 1.

%HR	HR	%HR máx.	P	%VO_2 máx.	VO_2	RER	Lactato
50	119	~ 65	1.9	43	30	0.80	0.5
60	132	~ 72	2.3	47	33	0.87	0.6
70	145	~ 79	3.0	59	41	0.89	1.0
80	158	~ 86	3.7	71	50	0.2	1.8
90	171	~ 93	4.5	82	57	0.95	3.7
93	175	~ 95	5.0	89	62	0.99	4.0
100	184	100	5.7	100	70	1.09	9.8

Tabla 1. *Perfil de rendimiento del atleta en el test de ejercicio máximo progresivo. HR (latidos/min); P= Potencia (W/kg); VO_2 ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$), Lactato (mmol/L).*

Respuesta de la Frecuencia Cardíaca a la Ultramaratón

La respuesta de la HR del atleta en relación con el perfil del curso de la carrera se muestra en la Figura 1. La HR_{LTE} fue medida durante las fases de descenso, la HR_{EA} durante las secciones planas del recorrido y las frecuencia cardíacas con las mayores intensidades (HR_{IA} + HR_{HI}) fueron medidas exclusivamente durante los largos ascensos de las 8 fases. Casi todo el ejercicio (99.6%) fue realizado bajo condiciones aeróbicas (HR_{LTE} + HR_{EA} + HR_{IA} = 20h 46min). Durante la carrera se observó un marcado cambio en la respuesta de la HR hacia valores menores. Las diferentes respuestas de la HR en la 1ra y en la 2da vuelta de la ultramaratón se muestran en la Figura 2. La HR media del atleta (HR media) medida durante la 1ra vuelta fue de 138 latidos/min y de 124 latidos/min durante la 2da vuelta. La HR máx. alcanzada en el test de laboratorio fue de 184 latidos/min. Los índices HR media/HR máx. fueron de 0.75 y 0.67 en la 1ra y 2da vuelta respectivamente. Al comparar la vuelta 1 con la vuelta 2 se observa que la HR media se redujo en un 10.1%, y el índice HR media/HR máx. se redujo en un 10.7%. Las diferencias entre las dos vueltas (i.e., cambios en la intensidad de ejercicio, tiempos de vuelta, velocidad promedio) se muestran en la Tabla 2.

Exámenes Bioquímicos de Laboratorio

La mayoría de los parámetros se mantuvieron dentro de los rangos normales de referencia antes y después de la ultramaratón. Se observaron pequeños incrementos en la creatinina, la urea, el ácido úrico, la CK, en la lactato deshidrogenasa (LDH), en los leucocitos y en la CRP. Todos los resultados de los marcadores investigados antes de la carrera, inmediatamente después y 24 horas después de la misma se muestran en la Tabla 3.

	Total de la Carrera	1° vuelta	2° vuelta
Tiempo de carrera	20h 51min	9 h 40min	11h 11min
Velocidad promedio (km/h)	22.0	23.8	19.7
HR media (latidos/min)	131	138	124
%HR máx.	0.71	0.75	0.67
HR_{LTE} (<119 latidos/min)	30.1 (6h 17min)	24.8 (2h 16min)	37.7 (3h 53min)
HR_{EA} (119 – 145 latidos/min)	38.6 (8h 3min)	23.5 (2h 16min)	51.7 (5h 47min)
HR_{IA} (154 – 171 latidos/min)	30.9 (6h 26min)	50.8 (4h 55min)	13.6 (1h 31min)
HR_{HI} (> 171 latidos/min)	0.4 (5 min)	0.9 (5min)	0.0

Tabla 2. *Características de las vueltas e intensidad del ejercicio de la ultramaratón.*

DISCUSION

La popularidad de los eventos cada vez más agotadores de ultra resistencia se está incrementando al igual que la asistencia de atletas heterogéneamente entrenados. Se necesita de mayor información acerca de las demandas y efectos del ejercicio de ultra resistencia para la profilaxis de potenciales riesgos para la salud, así como también para la creación de regímenes adecuados de entrenamiento para el éxito del rendimiento de larga duración. El análisis de atletas de ultra resistencia ha provisto de nuevos conocimientos acerca de los límites de la capacidad de rendimiento humano y de las complicaciones médicas que aparecen cuando se va mas allá de los límites físicos (O'Toole, 1989; O'Toole et al., 1989a; 1989b). La información disponible acerca de los eventos de ultra resistencia está restringida al campo del triatlón y de las ultramaratones pedestres. En contraste poco se sabe acerca de los especialistas que realizan solamente ciclismo de ultra resistencia. El propósito del presente reporte de un caso fue hacer una contribución a esta interesante área y además proveer cierta información que pudiera ser relevante. Las observaciones realizadas son discutidas bajo los tres siguientes aspectos:

	Antes de la carrera	Inmediatamente después	24 horas después
Creatinina (0.70 – 140 mg/L)	0.96	0.93	1.04
Urea (10 – 50 mg/dL)	33	58	57
Acido Urico (2.40 – 7.50 mg/dL)	5.0	5.9	5.9
Proteínas (6.3 – 8.2 g/dL)	7.41	7.67	7.54
CK (12 – 126 U/L)	43	420	482
LDH (120 – 240 U/L)	200	239	266
ETnI (<0.05 µg/L)	Nd	Nd	Nd
CRP (0 – 0.7 mg/L)	<0.7	2.03	1.89
Na^+ (135 – 152 mmol/L)	142	145	144
K+ (3.4 – 4.6 mmol/L)	4.0	3.5	3.5
Cl^- (95 – 110 mmol/L)	102	98	101
Ca^{2+} (2.1 – 2.7 mmol/L)	2.27	2.46	2.15
Mg^{2+} (0.60 – 0.95 mmol/L)	0.83	0.97	0.91
RBC (4.4 – 5.9 x 10^{12}/L)	4.39	4.42	4.15
Hct (0.40 – 0.52)	0.40	0.41	0.39
Hb (13.3 – 17.7 g/dL)	14.0	14.2	13.2
%ΔPV (en relación al valor pre carrera)	-	-2	+9
Leucocitos (4 – 10 x 10^9/L)	5.4	12.8	9.7
Trombocitos (140 – 400 x 10^9/L)	261	325	275

Tabla 3. *Efectos fisiológicos del ciclismo de ultra resistencia sobre los parámetros bioquímicos seleccionados (los valores entre paréntesis indican el rango normal). Nd: no detectable.*

Perfil Fisiológico

Los atletas de ultra resistencia tienen capacidades fisiológicas similares a las de los atletas tradicionales de resistencia. Por ejemplo, los hombres triatletas tienen valores medios de VO_2 máx. de 49, 67 y 69 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ medidos en un cicloergómetro para brazos, en un cicloergómetro y en una cinta ergométrica respectivamente, lo cual se corresponde con la capacidad aeróbica de los nadadores (ergómetro para brazos), pero a la vez están por debajo de los ciclistas profesionales (cicloergómetro) o de los corredores de distancia (cinta ergométrica) (O'Toole, 1989; O'Toole et al. 1989b). Esta similar capacidad de resistencia aeróbica también explica porque muchos atletas de resistencia pueden competir con éxito en los eventos de ultra resistencia. El entrenamiento para los eventos de ultra resistencia implica la realización de un volumen moderado a alto y una intensidad de entrenamiento de baja a moderada (O'Toole, 1989). En su preparación para la carrera nuestro atleta pedaleó 12000 km en los 6 meses precedentes (~ 500 km/semana, ~ 14-16 km/hora). El régimen de entrenamiento del atleta se corresponde bien con la preparación característica para un evento de ciclismo de ultra resistencia (600 - 1500 km/semana) y para nuestro conocimiento estos muy grandes volúmenes de entrenamiento no son necesarios ni para competir exitosamente en eventos de ultra resistencia ni para mantener la eficiencia de carrera (Laursen y Rhodes, 2001). El perfil de rendimiento del atleta obtenido con el test de laboratorio previo a la carrera estuvo caracterizado por un alto umbral de lactato (89% del VO_2 máx.) y por una alta producción de potencia con cargas submáximas mientras que los parámetros de rendimiento máximo (VO_2 máx.=70 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$; Wmax = 5.7 W/kg) estuvieron por debajo de los observados en ciclistas profesionales, mostrando que el atleta es un ciclista amateur.

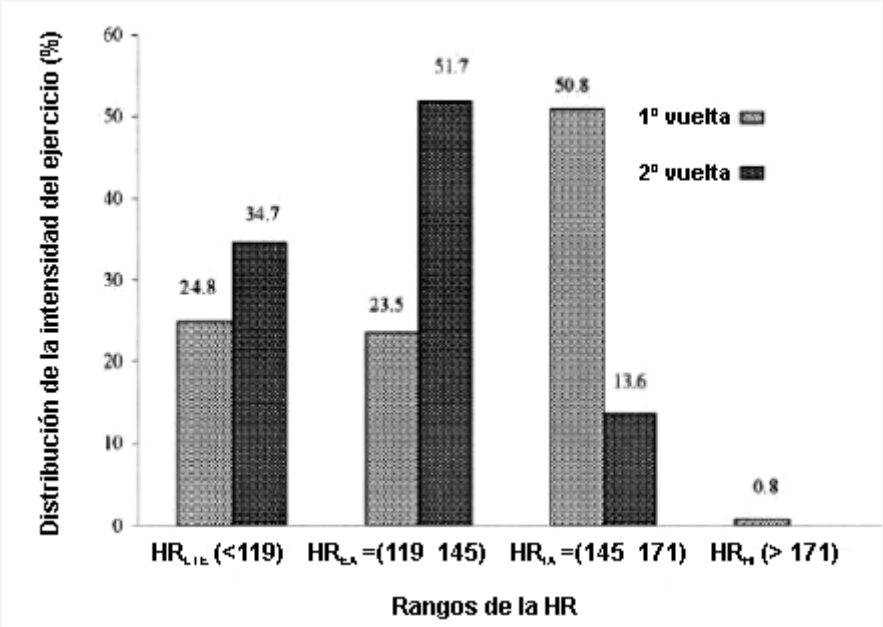


Figura 2. *Comparación de las respuestas de la frecuencia cardíaca (HR) entre las dos vueltas de la ultramaratón. HR_{LTE}=resistencia de larga duración HR (<119 latidos/min); HR_{EA}=aeróbico extensivo HR (=119 - 145 latidos/min), HR_{IA}=aeróbico intenso HR (=145 - 171 latidos/min), HR_{HI}=alta intensidad HR (>171 latidos/min).*

Intensidad del Ejercicio durante la Ultramaratón

Las competiciones de ultra resistencia requieren de la capacidad para mantener un rendimiento estable a largo plazo y con una alta intensidad de ejercicio. Como se esperaba, la intensidad total observada en el atleta amateur fue moderada, i.e., HR media=130 latidos/min, HR media/HR máx.=0.71 lo cual se corresponde con una carga promedio del 47% del VO_2 máx. obtenida con el test de laboratorio. Este índice HR media/HR máx. de 0.71 está claramente por debajo de los índices HR media/HR máx. de 0.79-0.82 observados en ciclistas amateurs cuando compiten en carreras de ruta de distancias típicas (~110 km) que tienen una duración de 2-3 horas (Palmer et al., 1994) e incluso está por debajo de los valores observados durante los Tours (índice HR media/HR máx.= 0.77) que duran más de 10 horas (Neumayr et al., 2002c). Durante el curso de la ultramaratón se observó un marcado cambio en la respuesta de la HR hacia menores frecuencias. Entre la 1º y la 2º vuelta el índice HR media/HR máx. se redujo en un 10.7% desde 0.75 a 0.67, y la velocidad promedio se redujo en un 17.2%, desde 23.8 hasta 19.7 km/h. Esta magnitud de reducción se corresponde con datos previos observados en triatletas (O'Toole et al., 1998) y es probable que sea causada por una creciente depleción de glucógeno debido al arduo esfuerzo y a pesar de una ingesta estimada de energía de 9800 kcal (García-Rovés et al., 1998). Casi todo el trabajo fue realizado bajo condiciones aeróbicas (HR_{LTE} + HR_{EA} + HR_{HI} = 99.6% o 20h 46min). A pesar de que el curso de la competencia fue duro, la contribución del trabajo anaeróbico fue insignificante (i.e. HR_{HI} = 0.4% o 5min). La intensidad del ejercicio estuvo por debajo del 70% del VO_2 máx. (~ HR<158 latidos/min, ~ 85% de la HR máx.) durante el 87% de la carrera y debajo del 60% (~ HR<145 latidos/min, ~ 80% de la HR máx.) durante el 73% (O'Toole et al., 1989). Casi la mitad (49%) de la distancia total fue realizada a una intensidad del 50-70% del VO_2 máx. (=60-80% de la HRR, ~132 latidos/min, HR<158 latidos/min, ~ 72% de la HR máx. > 85%).

Efectos Fisiológicos sobre Diferentes Funciones Orgánicas

Con respecto al ejercicio de ultra resistencia han surgido varias preocupaciones médicas que van desde daños miocárdicos subclínicos a trastornos en el equilibrio de electrolitos, deshidratación, hemoconcentración y desmejoras de las funciones renales (Neumayr, 2001; Neumayr, 2002a; Irving, 1990). En este atleta no se detectaron ninguno de los síntomas de las desmejoras mencionadas en las funciones orgánicas. La magnitud de la expansión del volumen plasmático post ejercicio (+9%) y la correspondiente reducción en el Hct (-2%) fue muy similar a la observada en los Tours de ciclismo (+12% y -3%, respectivamente) (Neumayr et al., 2002b). Hubo un ligero incremento temporal en los CRP y en los leucocitos como una respuesta no específica al enorme estrés provocado por el ejercicio. Los valores negativos de la troponina I cardíaca excluyen la posibilidad de una lesión cardíaca asintomática en este atleta (Neumayr et al., 2001; Neumayr et al., 2002a). Los parámetros de las funciones renales y de los electrolitos se mantuvieron estables y casi sin cambios. Todos los tests de laboratorio realizados antes y después de la carrera parecen excluir la posibilidad de trastornos orgánicos en el atleta,

sugiriendo que el ciclismo de ultra resistencia es seguro cuando se está adecuadamente preparado. Sin embargo, en este contexto, es importante señalar que no se pueden extraer conclusiones generales de un reporte de un caso y que los hallazgos no pueden ser aplicados a una población atlética más amplia.

Dirección para el envío de correspondencia

Guenther Neumayr, MD Institute of Sports Medicine & Cardiovascular Medicine, University Clinics of Innsbruck, Anichstraße 35, A-6020 Innsbruck, Austria.

REFERENCIAS

1. American College of Sports Medicine (ACSM) (1995). General principles of exercise prescription. *In: ACSM's guidlines for exercise and prescription, 5th ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 153-176*
2. Davies. J.A., and Convertina, V.A (1975). A comparison of heart rate methods for predicting endurance training intensity. *Medicine and Science in Sports and Exercise 7: 295*
3. Hawley, J.A., and Hopkins, W.G (1995). Aerobic glycolytic and aerobic lipolytic power systems; a new paradigm with implications for endurance and ultraendurance events. *Sports Medicine 19: 240- 250*
4. Irving, R.A., Noakes, T.D., Burger, S.C., Myburgh, K.H., Querido, D., Van Zyl Smit, R (1990). Plasma volume and renal function during and after ultramarathon running. *Medicine and Science in Sports and Exercise 22: 756-761*
5. Karvonen, M.J., Kentala, E., and Mustala, O (1957). The effects of training on heart rates. *A "longitudinal" study. Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae 35: 307-310*
6. Kreider, R.B (1991). Physiological considerations of ultraendurance performance. *Internatiol Journal of Sports and Nutrition 1: 3-27*
7. Laursen, P.B., and Rhodes, E.C (2001). Factors affecting performance in an ultraendurance triathlon. *Journal of Sports Medicine 31: 195-209*
8. Neumayr, G., Gaenzer, H., Pfister, R., Sturm, W., Schwarzacher, S.P., Eibl, G., Mitterbauer, G., and Hoertnagl, H (2001). Plasma levels of cardiac troponin I after prolonged strenuous endurance exercise. *American Journal of Cardiology 87: 369- 371*
9. Palmer, G.S., Hawley, J.A., Dennis, S.C., and Noakes, T.D (1994). Heart rate responses during a 4-d cycle stage race. *Medicine and Science in Sports and Exercise 26:1278-1283*
10. O'Toole, M.L (1989). Training for ultraendurance triathlon. *Medicine and Science in Sports and Exercise 21: S209-213*
11. O'Toole, M.L., Douglas, P.S., and Hiller, W.D (1989). Lactate, oxygen uptake, and cycling performance in triathletes. *International Journal of Sports Medicine 10: 413-418*
12. O'Toole, M.L. Douglas, P.S., and Hiller, W.D (1989). Applied physiology of a triathlon. *Sports Medicine 8: 201-225*
13. O'Toole, M.L., Douglas, P.S., and Hiller, W.D (1998). Use of heart rate monitors by endurance athletes: lessons from triathletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 38: 181-187*
14. Sleivert, G.G., and Rowlands, D.S (1996). Physical and physiological factors associated with success in the triathlon. *Sports Medicine 22: 8-18*
15. Strauss, M.B., Davies, R.K., Rosenbaum, J.D., and Rossmeisl EC (1951). Water diuresis produced during recumbency by the intravenous infusion of isotonic saline solution. *Journal of Clinical Investigation 30: 862-868*

Cita Original

Efectos Fisiológicos de la Realización de Ultra Ciclismo en un Atleta Amateur Reporte de un Caso. Journal of Sports Science and Medicine 1, 20-26; 2000.