PubliCE, (PubliCE) 2003

Research

Ciclismo de Ultra-Endurance: Un Estudio de Campo sobre el Rendimiento Humano durante una Carrera de 12 horas con Bicicleta de Montaña

Jon K Linderman[1], Tim Demchank[2], Julie Dallas[3] y Janet Buckworth[3]

[1]*Department of Health and Sport Science, University of Dayton.*
[2]*Athletic Training Department, Indiana State University.*
[3]*School of Physical Activity and Education Services, The Ohio State University.*

RESUMEN

Para investigar los cambios en las funciones fisiológicas y psicológicas durante eventos de ultra-endurance, 6 ciclistas sanos (31.5±1.6 años) fueron estudiados durante una carrera de 12 horas con bicicleta de montaña. Los sujetos cubrieron 119-170 km, a velocidades promedio de 11-14 km/h. Durante las primeras dos horas del evento las frecuencias cardiacas promediaron 155-157 lat./min, declinaron significativamente durante la tercera hora (142±14 lat./min; $p<0.05$), y no cambiaron a través de las 9 horas restantes de la carrera. Los sujetos consumieron 1550-3300 kcals durante el evento con un consumo de carbohidratos promedio de 662±76 g. Aunque los sujetos injirieron 4500-6400 ml de fluidos durante la carrera, el estado de hidratación, medido a través de cambios en el peso corporal indicó una deshidratación, indirectamente cuantificada, como una disminución de ≈ 4% en el peso corporal desde la condición pre- a post-competición (2.3±1.4 kg, $p<0.05$). Usando las escala de Borg de 10 puntos la escala de esfuerzo percibido (RPE) de los sujetos se incremento cada hora desde 4.0±1.3, antes de la primera hora de competición, hasta 9.2±1.0 durante la hora doce de competición ($p<0.05$). El Perfil de Estados de Ánimo (POMS) administrado durante el evento reveló una disminución en el vigor desde la condición pre- a post-competición (11.5±2.3 vs. 3.8±1.7; $p<0.05$), con incrementos concomitantes en los valores de fatiga (5.3±2.8 vs. 19.3±0.5; $p<0.05$). Los resultados de la presente investigación sugieren una mayor disminución en las funciones mentales que en las fisiológicas durante las competiciones de ciclismo prolongado con bicicleta de montaña.

Palabras Clave: hidratación, nutrición, psicobiología, POMS

INTRODUCCION

Los eventos de ultra-endurance son generalmente considerados como eventos continuos que duran más de 5-6 horas. La popularidad de estos eventos incluyendo triatlones de distancia Ironman™ (3.2 km natación; 177 km ciclismo; 42 km

pedestrismo), la carrera de ciclismo costa a costa conocida como RAAM (Carrera a través de América), así como las carreras de 12-24 horas con bicicleta de montaña se ha incrementado en las últimas décadas del siglo veinte. Actualmente ha habido pocos estudios que se hayan focalizado sobre la actividad física sostenida de más de 5 horas de duración. Durante las carreras de ultra-endurance con bicicleta de montaña los competidores recorren una trayectoria todo terreno designada que va de 6.5 a 16 km, tratando de completar la mayor cantidad de vueltas posibles durante la duración de la carrera (e.g., 12 horas). Estos eventos ofrecen una oportunidad ideal para estudiar participantes involucrados en un modo individual de actividad física de manera continua. Debido a que estos eventos son llevados a cabo en una trayectoria cerrada, los investigadores tienen un acceso frecuente a los sujetos para investigar los efectos fisiológicos y psicológicos del ejercicio prolongado.

El ejercicio prolongado resulta en una considerable producción metabólica de calor, y la evaporación de la transpiración es el método principal de disipación del mismo. La tasa de transpiración se incrementa como respuesta al ejercicio (1, 2), y se incrementa más cuando la intensidad del ejercicio es mantenida constante y cuando se incrementa la temperatura ambiental (1, 2). Así, durante el ejercicio prolongado la alta temperatura del ambiente incrementa el riesgo de deshidratación. La tasa de transpiración y la subsiguiente deshidratación se incrementan en los ambientes calurosos y húmedos, hecho reflejado en una disminución significativa del peso corporal. La deshidratación desminuye la tolerancia al trabajo, el VO_2 máx., y el volumen de eyección, mientras que incrementa la respuesta de la frecuencia cardiaca en relación con un ambiente frió.

Aunque los individuos pueden completar un maratón sin suplementación calórica, es probable que un atleta de ultra-endurance va a consumir miles de calorías durante el evento. Es bien sabido que la suplementación con carbohidratos mantiene los niveles de glucosa sanguínea y retrasa tanto la fatiga (3, 4) como la percepción de la fatiga (5). Sin embargo, la mayoría de los estudios sobre suplementación con carbohidratos se han focalizado sobre actividades de una duración no mayor a 3-4 horas (6). De este modo, actualmente poco es conocido acerca del consumo de energía durante actividades de ultra-endurance y los efectos de la depleción energética y la reposición de los niveles de glucosa sanguínea, estados de ánimo y rendimiento.

El sensación de fatiga de un atleta, la depresión o el vigor pueden influir sobre el rendimiento (7). Muchos estudios han reportado disminuciones en el rendimiento en evaluaciones de habilidad cuando los sujetos se sienten fatigados (7, 8). Sin embargo, la mayoría de los estudios en la actualidad han observado cambios en los estados de ánimo desde las condiciones pre- a post-actividad, y no han evaluado cambios consecutivos a través de todo un evento prolongado. Se piensa que la fatiga central, en vez de otras causas de fatiga, como una baja disponibilidad de energía, es la causa de la cesación del ejercicio durante las actividades prolongadas (>60 minutos) (9). Además, debido a que las condiciones ambientales tales como la temperatura, humedad, e iluminación pueden afectar el estado mental, sería de un gran interés determinar los cambios en el estado de ánimo a través de todo un evento de ultra-endurance cuando es probable que las condiciones ambientales cambien. Así, el propósito de este estudio fue observar las respuestas fisiológicas y psicológicas de atletas durante una carrera continua de 12 horas con bicicleta de montaña.

METODOS

Características de los sujetos

22 ciclistas (20 varones y 2 mujeres) participaron de la carrera con bicicleta de montaña KENDA Nite Glo 1998 de 12 horas de duración en Chillicothe, Ohio. Un total de 6 sujetos (4 varones, 2 mujeres) se ofrecieron para participar en el estudio. Comenzando en la medianoche del 31 de Julio, los sujetos recorrieron en bicicleta un trayecto cerrado de ≈ 8km de largo durante 12 horas. Este estudio fue aprobado por el Comité de Revisión Institucional de la Universidad Estatal de Ohio y todos los sujetos firmaron un informe de consentimiento. Los auspiciantes de la carrera proporcionaron apoyo médico para todos los participantes de la carrera y los sujetos contaban con sus propias bicicletas para la participación en el evento. A los sujetos se les proporcionaron sistemas de iluminación tanto en sus bicicletas como en sus cascos, con el objetivo de competir en la oscuridad (Nite Ride: San Diego, CA), y se les proporcionó una radio a dos vías Motorota Walkabaut™ unida a sus bicicletas para facilitar la comunicación entre los sujetos y los investigadores.

Recolección de los Datos

Ambiente y Rendimiento

La temperatura, la humedad y la presión barométrica fueron monitoreadas antes de la carrera y cada hora a través de toda la carrera usando un termómetro de válvula seca, un barómetro y psicrómetro. El rendimiento de los sujetos fue

determinado por el número total de vueltas completadas (distancia) y la velocidad (distancia/h). El rendimiento fue corregido para el tiempo de la bicicleta en el área de transición cuando los sujetos descansaban, comían o requerían algún trabajo sobre su equipo. La frecuencia cardiaca fue registrada cada vuelta usando un monitor de frecuencia cardiaca Acumen (Acumen Inc; Sterling, VA). Los sujetos le transmitieron su frecuencia cardiaca a los investigadores por medio de la radio en un lugar predeterminado en el trayecto de la carrera.

Nutrición e Hidratación

Cada atleta completo un registro de dieta de 48 horas el día de la carrera. A través de toda la carrera fueron proporcionados alimentos ad libitum. Durante la carrera los sujetos consumieron principalmente un gel de maltodextrina que contenía 110 kcal/paquete (GU; Sports Street Marketing; Berkeley, CA). Además, a los sujetos les fue proporcionado acceso libre a los alimentos suplementarios, toda la ingesta de alimentos fue registrada por los investigadores. El consumo total de calorías fue evaluado a partir de los alimentos y fluidos consumidos. A los sujetos se les proporcionaron fluidos ad libitum en forma de agua o soluciones con electrolitos y carbohidratos al 6% (Sports Street Marketing). Los cambios en el estado de hidratación fueron determinados por los cambios en el peso corporal pre- y post-competición. El hematocrito (10) y las concentraciones de glucosa sanguínea (Lifescan, Johnson & Johnson) fueron determinados pre- y post-competición a partir de la punción de una vena.

Parámetros Psicológicos

Los cambios en el estado de ánimo y el estado psicológico fueron evaluados usando el Perfil de Estados de Ánimo (*Profile of Mood States*) (POMS) y la escala de esfuerzo percibido (RPE). Fue usada una versión abreviada del POMS para determinar los cambios en seis dimensiones de los estados de ánimo: tensión-ansiedad, depresión-desánimo, ira-hostilidad, vigor-actividad, fatiga-inercia, y confusión-desconcierto (11). La versión abreviada del cuestionario POMS consiste de 30 adjetivos, clasificados en una escala de 5 puntos que van de “para nada” a “extremadamente”. El POMS fue administrado 4 horas antes de la carrera y cada 2 horas durante la carrera por medio de comunicación por radio. Durante la carrera solo fueron evaluadas las subescalas de vigor y fatiga. La escala Likart de Borg de 10 puntos fue usada para determinar la RPE cada hora durante la carrera por medio de la radio (12). El mismo individuo administro el POMS & RPE a través de toda la carrera para ayudar a prevenir posibles efectos verbales en las respuestas.

Análisis Estadísticos

Los cambios en el peso corporal, glucosa sanguínea, hematocrito, y las alteraciones totales en el estado de ánimo fueron analizados usando un test t apareado, mientras que los cambios en la velocidad, frecuencia cardiaca, fluidos y consumo calórico, POMS y RPE fueron analizados usando mediciones repetidas de ANOVA. Cuando el test de los efectos de los sujetos fue significativo fueron usados tests de contraste para determinar la significancia entre los puntos de tiempo. El nivel de significancia determinado a priori fue $p<0.05$.

RESULTADOS

Ambiente

La temperatura de bulba seca disminuyó desde 15 ºC en la medianoche hasta 13.5 ºC a las 7 am, incrementándose con la salida del sol hasta ≈ 26 ºC al final del evento (Tabla 1). La humedad subió hasta 84% a las 7 am, cayendo a 69% al final del evento. Las condiciones del trayecto fueron probablemente afectadas por la humedad con una superficie húmeda durante la tarde húmeda, que luego se seco con el incremento de la temperatura y con una disminución de la humedad durante las horas de la mañana luego del amanecer a ≈ 7 am.

	Hora del Día													
	23:00	24:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00
Db (°C)	17.2	15	18.9	17.3	17.3	15.6	15	15.6	13.9	20.6	22.2	23.9	26.1	25.6
Wb (°C)	16.7	16.1	16.1	16.1	14.4	13.3	13.3	11.1	12.8	16.1	18.3	20	20	21.1
Humedad (%)	84	80	85	90	75	78	82	59	89	64	70	70	58	69

Tabla 1. *Efecto de la hora sobre las temperaturas de bulba húmeda (Wb) y las temperaturas de bulba seca (Db), así como humedad*

relativa (%), medida una hora antes del evento (23:00) y cada hora hasta el final.

Rendimiento

Las variables de rendimiento incluyeron distancia total recorrida (km) y velocidad promedio (km/h). La distancia total cubierta durante el evento de 12 horas varío entre 119-170 km. La distancia total cubierta fue de 140±10 km. Durante las primeras 7 horas de la carrera la velocidad promedio declinó ≈ 3 km/h (14.2±0.6 vs. 11.1±0.8 km/h) ($p<0.05$). La velocidad se incrementó hasta 13.6±0.4 km/h a las 9 am ($p<0.05$), sin ningún incremento posterior a través de todo el evento (Figura 1).

Parámetros Fisiológicos

La frecuencia cardiaca (HR) declinó a través de toda la carrera, disminuyendo un promedio de ≈ 20 lat./min hasta la hora 11 de carrera (Figura 2). Cuando se comparó con la primera hora de carrera la HR había declinado ≈ 13 lat./min en la hora 3 de competición (157±7 vs. 141±7 lat./min) ($p<0.05$), y generalmente permaneció sin cambios a través de todo lo que quedaba del evento.

Nutrición

Los sujetos consumieron entre 1500 y 3300 kcals durante el evento, principalmente a partir de carbohidratos (CHO) (Tabla 2). El consumo calórico disminuyó a través del transcurso del evento (Figura 3). Durante la primera hora del evento los sujetos consumieron 451±75 kcals, sin embargo, para la segunda hora el consumo calórico había disminuido a 222±59 kcals ($p<0.05$). Para la hora 6 de la carrera el consumo calórico había disminuido a 151±81 kcals ($p<0.05$). Durante la última hora del evento los sujetos consumieron solo 25±22 kcals ($p<0.05$). El consumo total de CHO promedió 662±76 g a través del transcurso del evento, y el consumo de CHO promedió 0.9±0.1 g/min. Los niveles de glucosa sanguínea post-competición (101.8±7.9 mg/dL) no reflejaron hipoglucemia y no fueron diferentes de los niveles de glucosa sanguínea pre-competición (100.7±6.7 mg/dL) (Tabla 3).

Hidratación

Los sujetos consumieron entre 4500 y 6400 mL de fluidos durante el transcurso del evento (Tabla 2). El consumo de fluidos fue altamente variable a través de todo el evento (Figura 4) promediando 460±26 mL/hora. Durante la primera hora el consumo de fluidos promedió 748±211 mL, pero cayó a solo 295±74 mL para la quinta hora del evento ($p<0.05$). Los sujetos estuvieron significativamente deshidratados al final de la carrera como fue evidenciado por la pérdida de peso corporal (Tabla 3). El peso corporal disminuyó un promedio de 2.3±1.4 kg, o ≈ 4%, desde la condición pre- a post-competición (71.2±3.9 vs. 68.7±3.3 kg) ($p<0.05$). Los cambios en el hematocrito no reflejaron la deshidratación.

Psicología

Las mediciones psicológicas revelaron cambios significativos en la escala de esfuerzo percibido (RPE) (Figura 5) así como en las subescalas de fatiga y vigor del Perfil de Estados de Ánimo (POMS) (Figura 6). Después de dos horas de carrera, la RPE se incremento desde 4.0±0.5 hasta 5.2±0.5 ($p<0.05$). Entre las horas 5 y 11 de carrera el RPE continuo incrementándose desde 5.5±0.4 hasta 18.8±0.3 ($p<0.05$). Similarmente, la subescala POMS para fatiga se incremento desde 6±1.6 a las dos horas hasta 14±2.4 en la hora 6 ($p<0.05$), y al final del evento se había incrementado hasta 19.3±0.5 ($p<0.05$). El vigor cayó a través de todo el evento desde 11.5±2.3 hasta 1.8±0.7 en la hora 12 ($p<0.05$).

Sujeto	Fluidos Totales	Energía Total	Composición de la Energía		
	(mL)	(Kcals)	% Grasa	% CHO	% Proteinas
1	5361	3037	11	87	2
2	5032	2493	2	95	4
3	6370	3319	0	100	0
4	5817	3093	0	100	0
5	4898	1458	0	100	0
6	3090	3090	1	97	1
Media ± DS	5095 ± 1122	2748 ± 688	2 ± 5	96 ± 5	1 ± 2

Tabla 2. *Fluidos totales, consumo de energía, y composición de la energía, consumidos por cada sujeto durante la carrera de 12 horas con bicicleta de montaña.*

Sujeto	Peso Corporal		Hematócrito		Glucosa	
	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-
1	72.8	71.8	46	42	117	75
2	80.9	76.4	43.5	44.5	80	107
3	75.9	70.9	46.9	43	90	104
4	76.4	72.7	46.5	44.5	96	108
5	58.6	56.4	41.5	38.5	117	90
6	62.7	63.7	40	42	104	127
Media ±DS	71.2± 9.6	68.7± 8.1*	44.1± 3.2	42.4± 2.4	100.7 ±16.1	101.8 ±19.3

Tabla 3. *Cambios en el peso corporal (kg), hematocrito (%), y glucosa sanguínea venosa (mg/dL) medida antes e inmediatamente después de la carrera de 12 horas con bicicleta de montaña. *Diferencia significativa (p<0.05).*

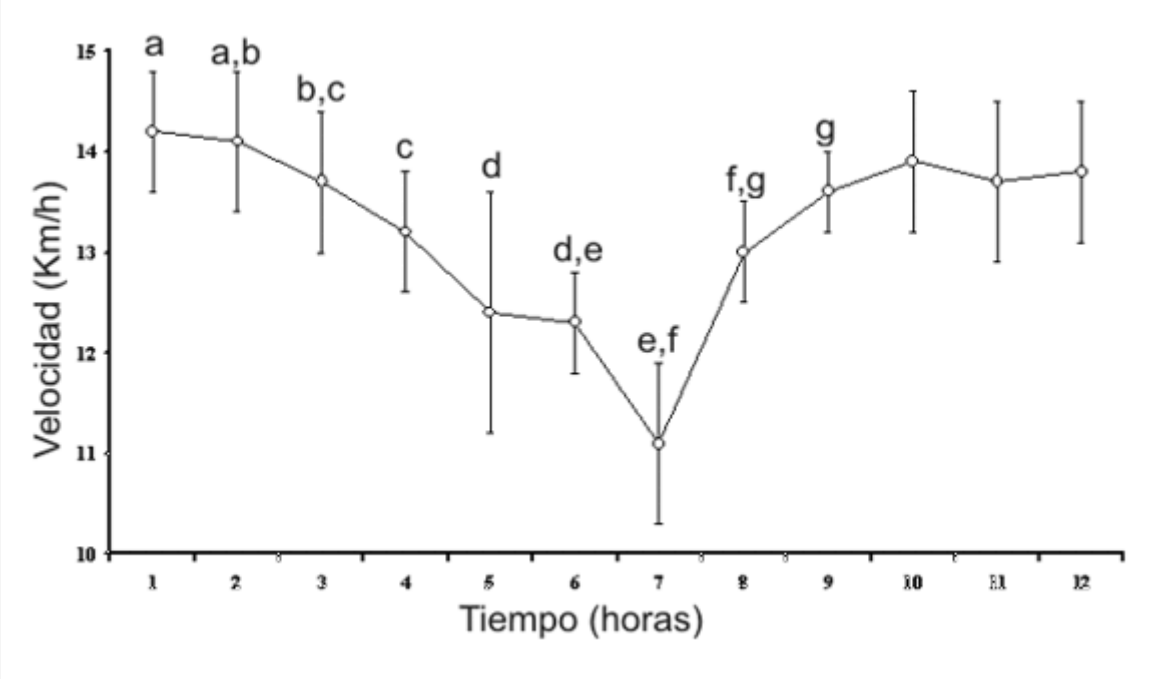


Figura 1. *Velocidad (km/h) durante un evento de ciclismo de ultra-endurance continuo de 12 horas de duración. Los valores están expresados como media±DS. Los puntos en el tiempo con símbolos análogos son significativamente diferentes uno del otro (p<0.05).*

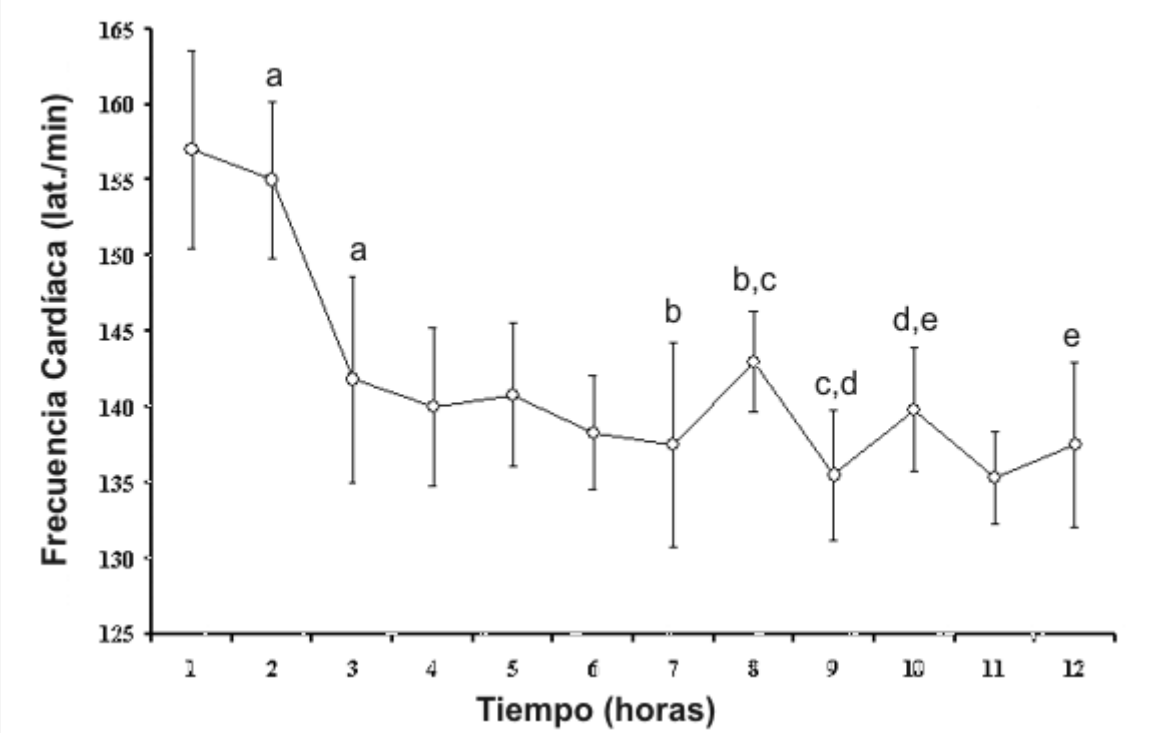


Figura 2. *Frecuencia cardiaca a través del transcurso de un evento de ciclismo de ultra-endurance continuo de 12 horas de duración. Ver Figura 1 para la explicación de los símbolos.*

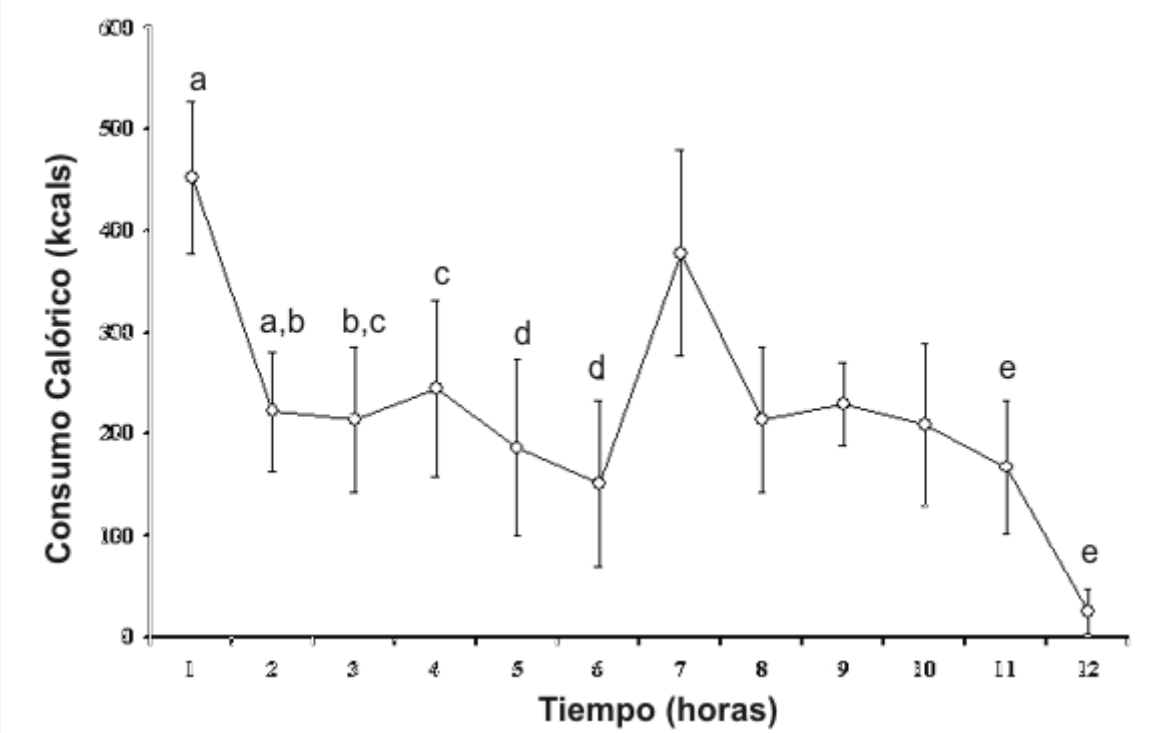


Figura 3. *Consumo calórico y de fluidos vs. tiempo durante el transcurso del evento de ciclismo de ultra-endurance continuo de 12 horas. Ver Figura 1 para la explicación de los símbolos.*

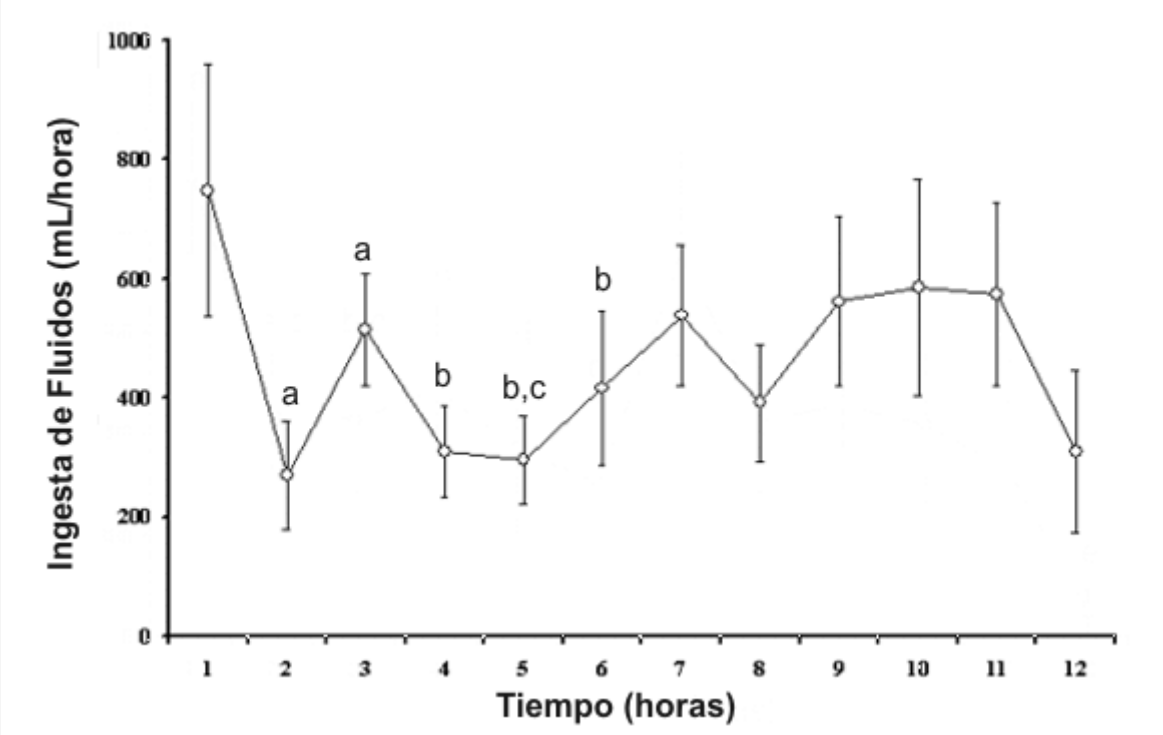


Figura 4. *Ingesta de fluidos vs. tiempo a través del trayecto de un evento de ciclismo de ultra-endurance continuo de 12 horas de duración. Ver Figura 1 para la explicación de los símbolos.*

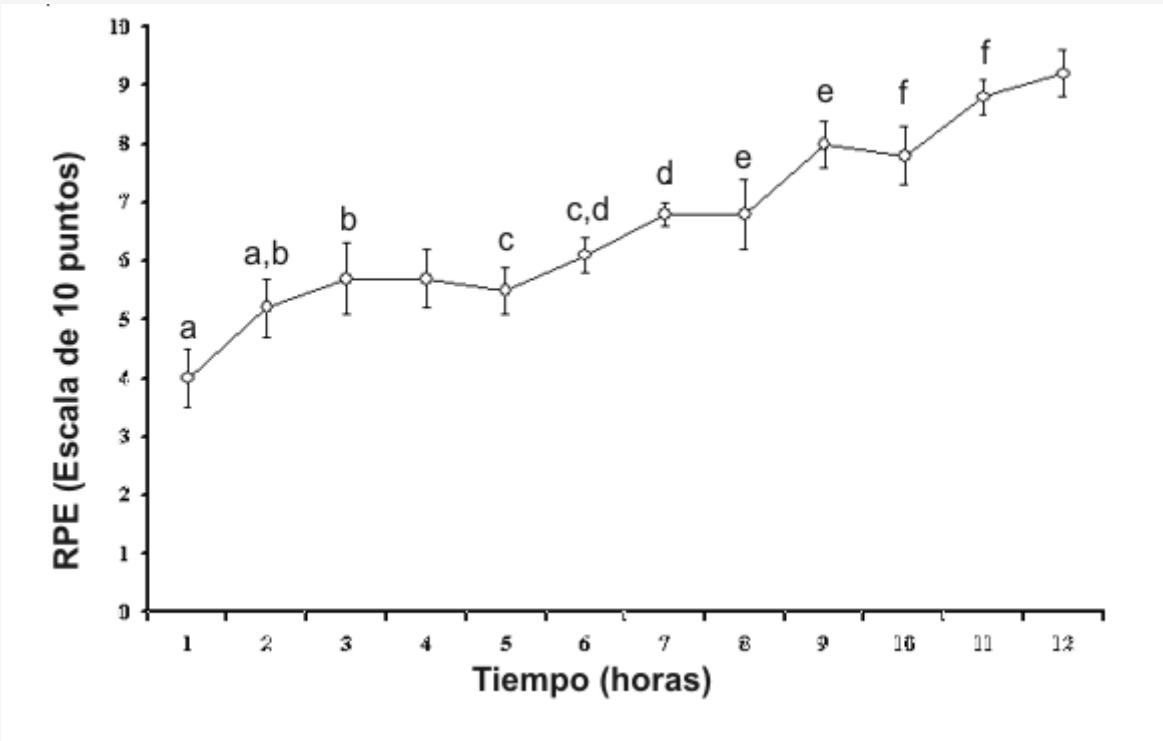


Figura 5. *Escala de esfuerzo percibido (RPE) vs. tiempo a través del transcurso de un evento de ciclismo de ultra-endurance continuo de 12 horas de duración. Ver Figura 1 para la explicación de los símbolos.*

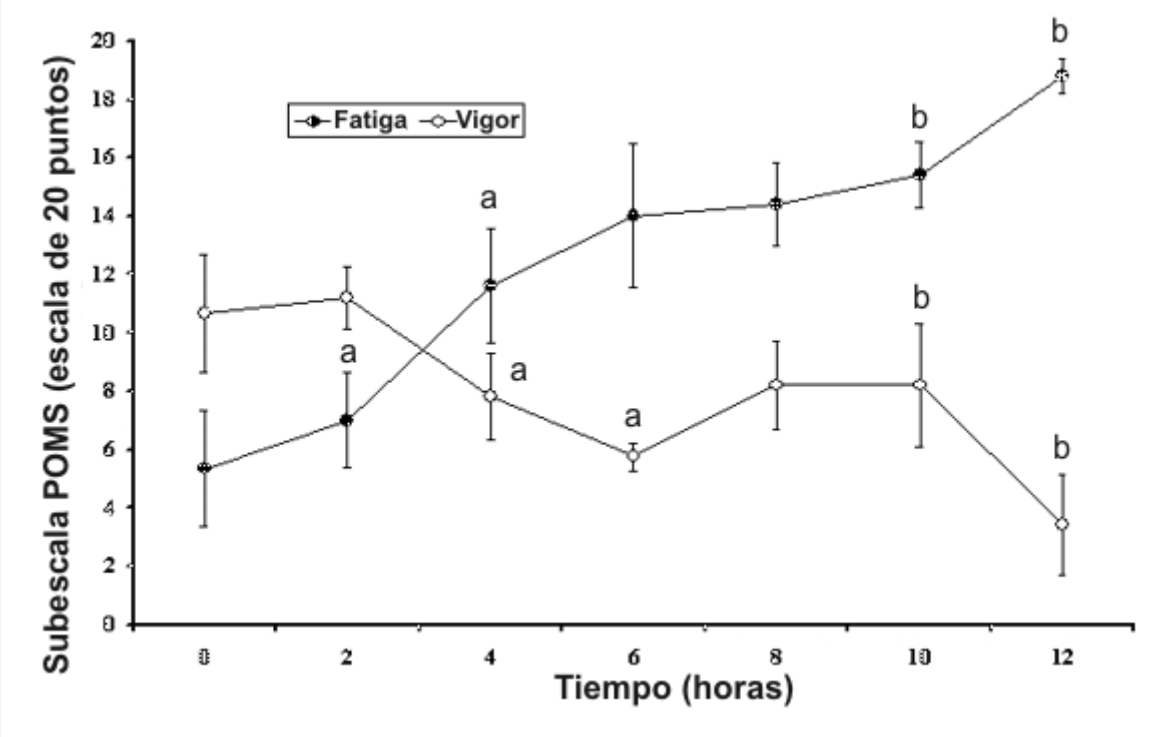


Figura 6. *Cambios en las subescalas POMS de fatiga y vigor a través del tiempo en el transcurso de un evento de ciclismo de ultra-endurance continuo de 12 horas de duración.*

DISCUSION

El propósito de este estudio fue caracterizar las variables fisiológicas y psicológicas en el campo durante una carrera de ciclismo de ultra-endurance. Este evento ofreció una oportunidad ideal para estudiar a los participantes implicados en un modo individual de actividad continua. Para nuestro conocimiento, este es el primer estudio que investigo criterios de rendimiento, estimó consumo total calórico y de fluidos, y caracterizó los cambios en las funciones fisiológicas y psicológicas durante una competición de ultra-endurance.

La distancia total cubierta durante el evento de 12 horas vario entre 119-170 km. Esta gama de distancias recorridas es consistente con una muestra de solo 6 competidores, los cuales eran heterogéneos en habilidad y sexo. Debido a que los cambios en la masa corporal fueron mínimos, nosotros afirmamos que la velocidad de los sujetos estuvo asociada con su producción de potencia. La velocidad declinó significativamente durante las primeras 7 horas del evento (14.2±0.6 vs. 11.1±0.8 km/h; $p<0.05$), y luego se incremento hasta 13.6±0.4 km/h durante las horas 8 y 9 del evento ($p<0.05$), sin ningún incremento posterior durante las 3 horas finales (Figura 1). Debido a que los investigadores no pudieron controlar ni el ambiente ni las condiciones del trayecto, no esta claro como la velocidad y así la producción de potencia se incrementaron durante las últimas 5 horas del evento. El incremento de la iluminación podría haber incrementado la eficiencia con la cual los sujetos completaron el trayecto. Además, ya que la humedad cayó luego del amanecer, el trayecto se volvió más seco lo que probablemente disminuyo la resistencia al rodamiento. Interesantemente, sin embargo, los cambios en la velocidad no estuvieron asociados con un incremento de la demanda miocárdica como fue determinado a partir de la frecuencia cardiaca. Fue anticipado que si la velocidad de los sujetos era representativa de la producción de potencia, entonces la frecuencia cardiaca cambiaría en un patrón similar a la velocidad, y también se incrementaría la respuesta de la producción metabólica de calor, estrés termal del ambiente, y deshidratación. A través de las primeras 3 horas del evento la frecuencia cardiaca de los sujetos (HR) fue bastante variable, pero tal como la velocidad (Figura 1) disminuyó significativamente (Figura 2). Parece probable que la declinación en la frecuencia cardiaca en la parte inicial del evento estuvo asociada con la disminución de la velocidad de carrera. Sin embargo, la frecuencia cardiaca permaneció relativamente estable luego de la tercera hora del evento. Considerando la gran producción metabólica de calor, probablemente asociada con los requerimientos energéticos necesarios para completar este evento, el incremento de la temperatura luego del amanecer (Tabla 1), y el incremento de la velocidad luego del amanecer (Figura 1), se esperaría que la HR aumentara. Una limitación de este estudio fue que la HR fue medida una vez por hora. Un muestreo más frecuente de la HR podría haber proporcionado un entendimiento más claro de la relación de campo entre la frecuencia cardiaca y el trabajo. Además, los investigadores no pudieron controlar otros factores como un cambio más reflectivo del estado psicológico que la percepción de la intensidad del ejercicio.

La sensación de fatiga de un atleta, de depresión o vigor puede influenciar el rendimiento (7). Muchos estudios reportaron disminuciones en el rendimiento en evaluaciones de habilidad cuando los sujetos se sintieron fatigados (7, 8). Sin embargo, la mayoría de los estudios hasta la actualidad se han centrado sobre los cambios en el estado de ánimo pre- y post-actividad, o luego del entrenamiento (17), y no han evaluado cambios a través de todo un evento prolongado. Para nuestro conocimiento el presente estudio es el primero en medir cambios consecutivos en el estado de ánimo a través de todo un evento de ultra-endurance de 12 horas usando las subescalas de fatiga y vigor del Perfil de los Estados de Ánimo (POMS) (Figura 6).

Los resultados de este estudio indican que así como la RPE, la evaluación de los sujetos de su fatiga usando el POMS se incrementó a través de todo el evento. Usando una escala de 20 puntos, la fatiga promedio ≈5 antes del inicio del evento. Este nivel inicial bastante alto estuvo quizás fue influenciado por la falta de sueño de los atletas, ya que el evento comenzó a la medianoche. La fatiga continuo incrementándose a través de todo el evento, llegando cerca del tope de la escala a 18.8±0.3 al final del evento. Similarmente el vigor cayó a través de todo el evento. Sin embargo, debido a que el vigor puede haber sido influenciado por el rendimiento de los sujetos relativo a otros competidores, la disminución del vigor no reflejo el aumento en la fatiga. Muchos factores afectaron posiblemente el marcado deterioro en el estado mental observado en el presente estudio. Es conocido que factores psicológicos como un incremento en la temperatura central y la depleción de glucógeno afectan la percepción de la fatiga (3, 5). Además, los sujetos reportaron molestias gastrointestinales, las cuales afectaron probablemente el estado de ánimo o la percepción del esfuerzo. Los sujetos experimentaron al menos alguna privación del sueño compitiendo desde la medianoche hasta el mediodía, y se requirió que ejercitaran en la oscuridad durante la mitad del evento.

Ha sido demostrado que la iluminación afecta significativamente el rendimiento y las sensaciones de fatiga. Maas et al. (18) reportaron una menor fatiga perceptual durante una evaluación de rendimiento y una mejor agudeza visual a la luz del sol que ante luz blanca, sin embargo las sensaciones de fatiga reportadas por los sujetos no fueron diferentes entre los grupos. Ha sido demostrado que la luz incrementa el vigor y el rendimiento cognitivo y disminuye la sensación de fatiga en la gente que sufre depresión (19). Aunque no fue reflejado en el promedio del grupo, algunos sujetos reportaron una

sensación eufórica en el amanecer e indicaron un incremento temporario del vigor en ese momento.

Conclusiones

Los factores que afectan el rendimiento en eventos de ultra-endurance son probablemente tan variados como las motivaciones para competir en eventos prolongados. Nosotros observamos que los sujetos fueron incapaces de mantener una hidratación apropiada o una suplementación calórica consistente. A pesar de la deshidratación y la disminución reportada en el estado de ánimo, el rendimiento de los sujetos al final del evento, como fue medido por la velocidad, estuvo a la par con su rendimiento en las primeras horas de la competición. Sin embargo, la disminución total en el estado psicológico que no estuvo asociada con disminuciones dramáticas en el rendimiento, sugirió que los aspectos mentales de la participación en los deportes de ultra-endurance pueden ser más importantes que los aspectos fisiológicos. Los futuros estudios mejorarían por medio de la caracterización de la capacidad de trabajo físico de los sujetos en el laboratorio antes del evento, con el objeto de evaluar el estrés relativo al ejercicio durante la competición. El incremento del uso de telemetría para recolectar los datos de frecuencia cardiaca, temperatura central del cuerpo y de la piel, así como mediciones más frecuentes de sustratos sanguíneos con analizadores portátiles mejoraría nuestro entendimiento del estrés fisiológico inherente a los atletas que compiten en eventos de ultra-endurance.

Dirección para Correspondencia

Jon K. Linderman, Ph.D., FACSM, Department of Health and Sport Science, University of Dayton, 300 College Park, Dayton, OH 45469-1210; Phone: (937) 229-4207; FAX: (937) 229-4245, Email: jonlinderman@udayton.edu

REFERENCIAS

1. Sawka MN, Young AJ, Francesconi RP, Muza SR, Pandolf KB (1985). Thermoregulatory and blood responses during exercise at graded hypohydration levels. *J Appl Physiol 59:1394-1401*
2. Sawka MN, Pandolf KB (1990). Effects of body water loss on physiological function and exercise performance. *Perspectives in exerc. scie. med.: fluid homeostasis during exerc., C. Gisolfi and D. Lamb, (Eds.). Carmel, IN: Benchmark Press, Inc., pp.1-38*
3. Coggan AR, Coyle E (1987). Reversal of fatigue during prolonged exercise by carbohydrate infusion of ingestion. *J Appl Physiol 63:2388-2395*
4. Coggan AR, Swanson SC (1992). Nutritional manipulations before and during endurance exercise: effects on performance. *Med Sci Sports Exer 24: S331-S335*
5. Kriebler RB, Hill D, Horton G, Downes M, Smith S, Anders B (1995). Effects of carbohydrate supplementation during intense training on dietary patterns, psychological status, and performance. *Int J Sport Nutr 5:125-126*
6. Sherman WM, Lamb DR (1988). Nutrition and prolonged exercise. *Perspectives in Exerc. Scie. and Sports Med.: Prolonged exerc., D.R. Lamb and R. Murray (Eds.). Indianapolis, IN: Benchmark Press pp. 213-280*
7. Newby RW, Simpson S (1996). Correlation between mood scores and volleyball performance. *Perceptual and Motor Skills 83:1153-1154*
8. French J R, Bisson U, Neville KJ, Mitcha J, Storm WF (1995). Crew fatigue during simulated, long duration B-1B bomber missions. *Aviat Space Environ Med 65: A1-A6*
9. Davis JM, Bailey SP (1997). Possible mechanism of central nervous system fatigue during exercise. *Med Sci Sports Exer 29(1): 45-47*
10. Dill DB, Costill DL (1974). Calculation of changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J Appl Physiol 37(2): 247-248*
11. McNair DM, Lorr M, Droppleman LF (1971). Profile of mood states manual. *San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Services*
12. Borg GAV (1982). Psychological bases of physical exertion. *Med Sci Sports Exer 14: 377-381*
13. Copper, DM, Barstow TJ, Bergner A, Paul-Lee WN (1989). Blood glucose turnover during high-and low-intensity exercise. *Am J Physiol. 257 (20): E405-E412*
14. Wright DA., Sherman WM, Dernbach AR (1991). Carbohydrate feedings before, during, or in combination improve cycling performance. *J. Appl Physiol 71(3): 1082-1088*
15. Ventura JL, Estruch A, Rodas G, Segura R (1994). Effects of prior ingestion of glucose or fructose on the performance of exercise of intermediate duration. *Eur J Appl Physiol 68: 345-349*
16. Couture S, Massicotte D, Lavoie C, Hilliaire-Marcel C, Peronnet F (2002). Oral [13C]glucose and endogenous energy substrate oxidation during prolonged treadmill running. *J Appl Physiol 92:1255-1260*
17. OConnor PJ, Morgan WP, Ranglin RS (1992). Psychobiology effects of 3 d of increased training in female and male swimmers. *Med. Sci. Sports Exer. 23(9): 1055-106*
18. Maas JB, Jayson J, Klieber DA (1974). Effects of spectral differences in illumination on fatigue. *J Appl Physiol 59: 524-526*
19. Portonen T., Lonnquist J (1993). Effects of light on mood. *Annals Med 25: 301-302*

Cita Original

Jon Linderman, Tim Demchak, Julie Dallas, Janet Buckworth. Ultra-Endurance Cycling: A field Study of Human Performance during a 12-hour Monuntain Bike Race. Journal of Exercise Physiology Online; 6 (3): 10-19, 2003.