

CONTROL DE ENTRENAMIENTO Y COMPETICIÓN EN CORREDORES DE CAMPO A TRAVÉS

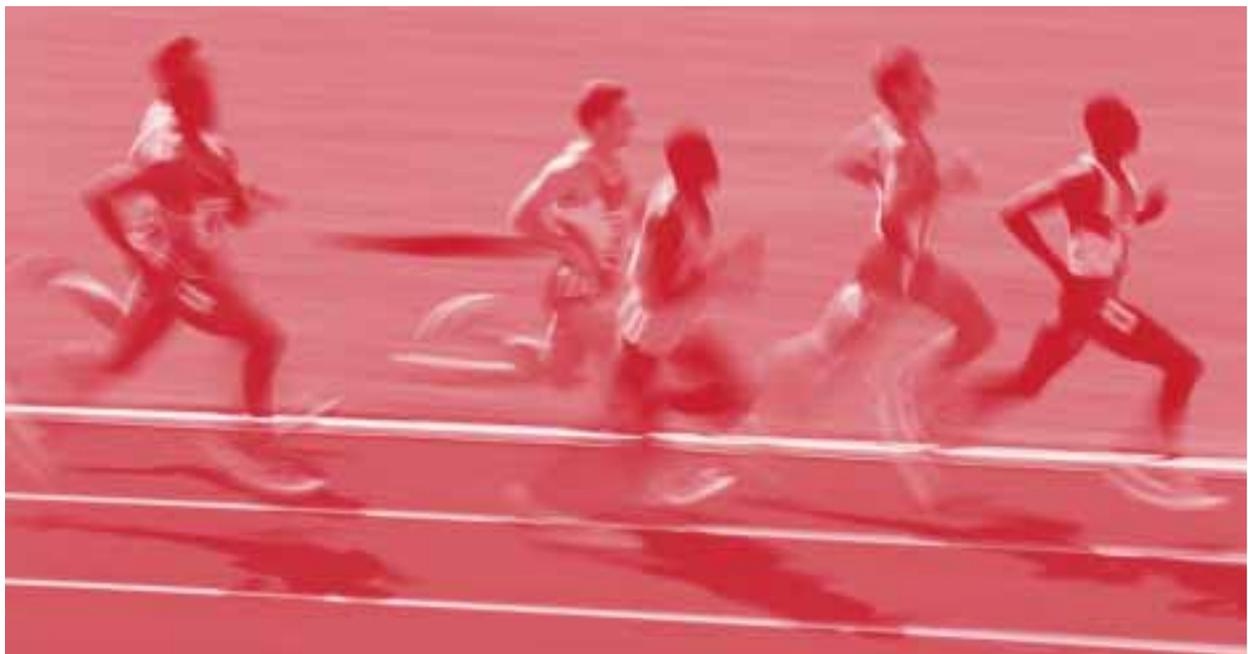
*Jonathan Esteve Lanao
Universidad Europea de Madrid
Profesor de Fisiología del Ejercicio. Universidad Europea de Madrid.*

RESUMEN

Ocho corredores de alto nivel regional (VO_2 max 70 ml/kg/min) entrenaron para cross corto y largo durante 24 semanas. Diversas variables de entrenamiento fueron valoradas observando su evolución y relación con los resultados en competición. La velocidad máxima (20 metros de lanzamiento), así como la potencia láctica (300m) fueron constantes toda la temporada. Asimismo el rendimiento en contramovimiento (CMJ), pero no en SJ, empeorando a lo largo de la temporada. La economía de carrera se midió a lo largo de la temporada con frecuencia cardíaca (FC) y lactato en ritmos controlados. La velocidad en fase I (ritmo correspondiente a 5 pulsaciones por minuto (ppm) por debajo del primer umbral ventilatorio-VT1) se mejoró, aunque en menor grado que las velocidades en fase II (50% entre umbrales) y fase III (1 ppm por encima del segundo umbral ventilatorio-VT2). Se midió la FC en competición. El cross corto (4175m) supuso una media del 95,2% de la FC máxima (FC max) mientras que la prueba larga (10150m) requirió del 92,5%. Se calculó respectivamente una media del 92,8% y 88,6% de VO_2 max. El ritmo en la competición corta fue de 3 minutos 10 segundos por kilómetro, estando el 96% del tiempo total en fase III. La prueba larga supuso el 91% en fase III, a ritmo de 3 minutos 32 segundos. El VO_2 max relativo y el ritmo de fase II se correlacionaron altamente con el rendimiento en cross corto, mientras que en largo fueron el ritmo en fase I y el VO_2 max.

Palabras clave: FRECUENCIA CARDIACA, RENDIMIENTO, CARRERA A PIE, CAMPO A TRAVÉS.

"Kronos nº 5, pp. , enero-junio 2004"



INTRODUCCIÓN

El uso de la frecuencia cardíaca (FC) es un indicador válido de la intensidad del ejercicio aeróbico (Wilmore y Costill, 1999). En pruebas de más de 4 minutos de duración, más del 80% de la energía proviene del metabolismo aeróbico (Gastin, 2001). Diversos trabajos de monitorización de la frecuencia cardíaca se han hecho en ciclistas de élite en competición (Lucía et al 1999, Padilla et al 2000, Lucía et al 2003). En estos trabajos se ha empleado un modelo trifásico de cuantificación de la intensidad del ejercicio (Skinner y McLellan, 1980) según el cual el ejercicio "suave" o por debajo del primer umbral ventilatorio (VT1) se cataloga como fase I, el ejercicio "moderado" o entre VT1 y el segundo umbral ventilatorio (VT2) se llama fase II, y el ejercicio de alta intensidad por encima de VT2 se llama fase III. Una vuelta a España o Tour de Francia suponen alrededor de un 70% en fase I, 25% en fase II y 5% en fase III (Lucía et al 2003). Padilla y colaboradores (2000) cuantificaron la intensidad en FC de las pruebas de contrarreloj en ciclistas profesionales. Hallaron una inten-

sidad media del 89% de la FC máxima (FCmax) en pruebas prólogo de alrededor de 7 kilómetros (km) y 10 minutos (') de duración, del 85% de la FCmax en pruebas de alrededor de 28 km y 38', del 80% en contrarreloj larga de 49 km y 66', y del 78% en crono-escaladas de 75'.

El objetivo del presente trabajo fue cuantificar el tiempo empleado en fase I, II y III en la competición de cross corto y cross largo (4 y 10 km respectivamente) en un grupo de entrenamiento. Asimismo, observar la evolución de los resultados en una batería de tests de velocidad máxima, saltos y potencia láctica.

MÉTODO

Sujetos: Participaron en este estudio 8 hombres corredores de nivel regional y nacional (participantes esa temporada en algún campeonato de España de cross) de 23 años, IMC de 21 kg/m², 11% de grasa, y 70 ml/kg/min de VO₂ max (ver X y SD en tabla 1), con un mínimo de experiencia en entrenamiento sistematizado de 5 años.

MACROCICLO	MACROCICLO I: CROSS																											
PERÍODO	PREPARATORIO I												ESPECÍFICO I						COMPETITIVO I						s2	s1		
MESOCICLO	Intro I			Básico I			Básico II			Básico III			Básico IV			Pre-Cmp I			Competitivo I									
MEDIOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	KMS	KMS		
CCV / CCP		1	2	3							4				5											100	110	
IT EXT largo/ CCR			1	2	3	4	5		7					8			+9-									95	105	
REPS sub-VO2 max								1		2						3-	4			5		6		7		90	100	
IT EXT MED						1	2	3	4											8			9			85	95	
REPS LARGO										1		2	3	4	4							5	9		4		80	90
IT INT LÁC I											1		2	3						2						2	75	85
REPS MED																											70	80
FZA RESIST LOCAL	1	2	3																								65	75
FZA RESIST AE				1	2	3	4		5	6																	60	70
FZA BÁSICA			1	2	3	4														3		3		2			55	65
FZA EXPL														1	2												50	60
FZA ESP												1		2		3	4+	5	6			5					45	55
TCA / VELO			1	1	1		2	2	2	2		3	2	3		3			1		1						40	50
COMP SECUNDARIA						X			X		X		X	X		X					X						35	45
MICROCICLO Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	30	40	
TESTS					T		T														T			T		25	35	
FECHAS	25/8 - 31/8	1/9 - 7/9	8/9 - 14/9	15/9 - 21/9	22/9 - 28/9	29/9 - 5/10	6/10 - 12/10	13/10 - 19/10	20/10 - 26/10	27/10 - 2/11	3/11 - 9/11	10/11 - 16/11	17/11 - 23/11	24/11 - 30/11	1/12 - 7/12	8/12 - 14/12	15/12 - 21/12	22/12 - 28/12	29/12 - 4/1	5/1 - 11/1	12/1 - 18/1	19/1 - 25/1	26/1 - 1/2	2/2 - 8/2	9/2 - 15/2	20	30	
COMPETICIÓN						X			X		X		X	X		X			X	X		X	X	X	X	s2	s1	

Tabla 1.- Esquema general de la periodización

(Nota: se utilizará la palabra "cross" como sinónimo de "campo a través").

PROCEDIMIENTO

Entrenamiento y competición. Todos los sujetos pertenecían al mismo grupo de entrenamiento, entrenando con un mismo modelo de periodización con leves adaptaciones de programación a las características particulares. La figura 1 muestra un esquema general de la periodización de grupo. Todo ello de cara al máximo rendimiento al final de un macrociclo de 25 semanas, agrupadas en mesociclos de 3 semanas, con una estructura habitual 2:1 de la dureza de las cargas, en algún caso alteradas por compromisos de competiciones intermedias. El estado máximo de forma se había previsto para la clasificación y posterior participación en el campeonato de España de Cross por equipos. Cada corredor realizó de 4 a 6 competiciones de cross corto, de 2 a 4 de cross largo, y de 0 a 2 de 3000 m en pista. Las competiciones diarias comunes, utilizadas como criterio de comparación de grupo en este estudio fueron de 4,175 kms en cross corto y de 10,130 kms en distancia larga, disputadas en las semanas 20 y 24 respectivamente.

Los números representan cargas de entrenamiento de cada medio de entrenamiento de la columna izquierda, que no se especifican por motivos de extensión del texto. Los cuadros coloreados representan los kilómetros programados, con escala a la izquierda. Unos corredores (subgrupo 1 o s1) realizaban algunos kilómetros más que otros (s2).

Mediciones en laboratorio. Entre las semanas 5 y 6 se determinó el VO_2 max y los umbrales ventilatorios (VT1 y VT2). Para ello se realizó una prueba incremental hasta la extenuación en tapiz rodante (Technogym Run Race 1400 HC, Gambettola, ITA), desde 11 km/h y con un incremento en rampa de la velocidad, a razón de 0,5 km/h cada 30 s. La pendiente se mantuvo constante al 0% durante la totalidad de la prueba. Durante las pruebas fueron valorados los datos espirométricos por un sistema automático estándar 'respiración a respiración' (Sensormedics MVmax 29C, Sensormedics Corporation, California, USA), que fue calibrado antes de cada una de las pruebas. También se midió continuamente la FC de cada sujeto (se recogieron las medias de cada 5 s) con un monitor de ritmo cardíaco Polar Accurex Plus (Polar Electro Oy, Kempele 90440, Finlandia).

Los criterios de maximalidad de la prueba fueron: meseta en el de VO_2 (ver más abajo), $\text{RER} > 1.1$ y FC teórica máxima de acuerdo con la fórmula de 208-(0,7x edad) de Tanaka et al (2001).

La determinación de los parámetros espirométricos se estableció a partir de la media de los valores cada 30 s, considerándose para el VO_2 max el inicio de meseta el

punto en el cual el aumento del VO_2 era nulo o inferior a 150 ml en dos estadios sucesivos (Ferrero y Fernández 1995), y determinándose también los umbrales ventilatorios (VT1 y VT2) en cada condición de acuerdo a los criterios de Davis (1985). La FC correspondiente a dichos puntos se utilizó para determinar las fase I (por debajo de esa FC), la fase II, (entre la FC de VT1 y hasta la FC de VT2) y la fase III (por encima de la FC de VT2). Se registró como $\text{FC}_{\text{máx}}$ la FC alcanzada en la prueba de esfuerzo. En el caso de los sujetos que no alcanzaron su $\text{FC}_{\text{máx}}$ ésta se estableció a partir de la $\text{FC}_{\text{máx}}$ a lo largo de alguna competición de 5 km o entrenamiento en dicha temporada o la temporada de verano anterior.

Con los datos de la prueba de esfuerzo se estableció para cada sujeto la ecuación de regresión entre $\% \text{VO}_2$ max y $\% \text{FC}_{\text{máx}}$, descartando los puntos correspondientes a los 3 primeros minutos de la prueba de esfuerzo.

Mediciones en campo. Se realizó una misma batería de tests en las semanas 7, 20 y 24. Las pruebas consistían en una prueba de velocidad máxima de 20 metros de lanzado (20 m lz), un salto en $\frac{1}{2}$ sentadilla (90°) (SJ) y otro en contramovimiento (CMJ) sin ayuda de brazos, y una prueba de 300 metros de parado. Todas las pruebas se realizaron entre las 17:00 y las 18:30 de la tarde, entre 10 y 16° de temperatura, y registrándose el mejor de 2 intentos en las pruebas de 20 m lz, SJ y CMJ. En los 300 m se realizó un solo intento de forma individual, sin conocer los tiempos de los demás corredores durante el test. Se cronometró al primer movimiento de la pierna atrasada con un cronómetro manual (Oregon Scientific SL928M, Portland, USA). En la prueba de velocidad máxima (20m lz) se cronometró con unas células fotoeléctricas (Telemechanique, FRA), y los saltos se midieron con una plataforma de contacto conectada a un microcomputador (Bosco System, UK). Todos los tests se realizaron en la pista de entrenamiento, de material sintético.

En la semana 7 (con posterioridad a la prueba en laboratorio) fue realizado en la misma pista un test progresivo escalonado con estadios de 1200m a ritmos desde velocidades inferiores a la FC de VT1 hasta FC superiores a la de VT2. Una vez fijada la primera carga, las posteriores se realizaban a ritmo de 10" menos por kilómetro con una recuperación de 2'. Se controló la velocidad con señales acústicas programadas cada 100m en los monitores de ritmo cardíaco Polar Accurex Plus (Polar Electro Oy, Kempele 90440, Finlandia) que a su vez registraban la FC. Se midió también al finalizar cada estadio la concentración de lactato en sangre capilar del pulpejo del dedo con un analizador portátil (Accutrend Lactate, Mannheim, Germany). Se determinaron con ello

las velocidades en cargas constantes correspondientes a las frecuencias cardíacas de VT1, VT2 así como por encima y por debajo de éstos.

MEDICIONES EN ENTRENAMIENTO

En los entrenamientos fueron modificándose dichas velocidades a partir de registros de velocidad a FC constantes realizados en un mismo circuito de hierba llano (interno a la pista de entrenamiento), medido previamente con una rueda de medición homologada (Trumeter Measure Meter, Manchester, UK), compensando un error de medición de -0,5 metros por cada 100m. Se catalogó como "velocidad de fase I" la velocidad correspondiente con 5 pulsaciones menos que la FC de VT1. La "velocidad de fase II" se determinó como la velocidad correspondiente a la $FC = \frac{1}{2}$ de las FC de VT1 y VT2. "La velocidad de fase III" se estableció como la correspondiente a +1 ppm que la FC de VT2. Esta velocidad se identificó como la velocidad media en entrenamientos primero interválicos y posteriormente continuos. Las velocidades de fase I y II en entrenamientos continuos. Los datos utilizados respecto a dichas velocidades para la estadística corresponden a la semana 20.

Otros ritmos de entrenamiento fueron usados, como la FC de VT1, la velocidad mínima que solicitará la FC máxima, y las velocidades correspondientes al 80-85% de la marca en 300m, así como eventuales tramos de 50 m de lanzado a máxima velocidad.

Mediciones en competición. La prueba de cross corto elegida fue el campeonato autonómico. Se midió el recorrido con posterioridad a la prueba con una rueda de medición homologada (Trumeter Measure Meter, Manchester, UK), compensando un error de medición de -0,5 metros por cada 100m. Los cálculos de tiempo promedio empleado por kilómetro se calcularon según la distancia de cada una de las pruebas. La competición de cross largo elegida para el estudio fue el Cross Juan Muguerza de Elgoibar'04. La distancia era oficial, homologada por la organización.

Se registró la marca efectuada así como la FC media en competición, que se calculó a partir de los datos medios desde el minuto 3 de la competición. Asimismo se registró el pico máximo de FC, y tiempos en FC de fase I, II y III. Por último, con la relación individual para cada sujeto entre %VO₂ max y %FCmáx, se calcularon el VO₂ medio (en % de VO₂ max) y el VO₂ pico.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron pruebas ANOVA con post-hoc Tukey entre las comparaciones de tiempo empleado en com-

petición entre fases I,II,III, así como en los tests de 20 m lz, SJ, CMJ y 300m. Asimismo, se emplearon pruebas T para datos pareados para comparar los tiempos en una misma fase en cada competición. Se emplearon pruebas T para muestras independientes para comparar ambas competiciones, al no correr los 8 sujetos ambas pruebas. Se realizaron correlaciones entre diferentes aspectos de valoración y entrenamiento en relación con las competiciones, así como correlaciones múltiples entre variables de entrenamiento y cada competición. El nivel de significación estadística se situó en $p < 0,05$.

RESULTADOS

Descriptivos. Las características descriptivas de la muestra del estudio ($X \pm SD$) se muestran en la tabla 1.

	X	SD
Edad (años)	23,1	2,4
Peso (kg)	64,9	3,3
Talla (cm)	172,9	4,7
IMC (kg/m ²)	21,8	1,7
% graso	11,5	1,1
VO ₂ max (ml/kg/min)	70,0	7,3
VO ₂ max (L/min)	4,3	0,2
VT2 (%VO ₂ max)	85,1	4,2
VT1 (%VO ₂ max)	62,1	8,3

Tabla 1.- Características de la muestra del estudio

La relación hallada en datos medios para este grupo entre porcentaje de VO₂ max y porcentaje de FC máxima se muestra en la tabla 2, obtenida desde la ecuación de regresión resultante (%FC máx = 0,5609x %VO₂ max + 42,802).

% VO ₂ max	% FC max
100	100
95	96
90	93
85	90
80	88
75	85
70	82
65	79
60	76
55	74
50	71

Tabla 2.- Relación de grupo entre porcentaje de VO₂ max y porcentaje de FC máxima

Tests de entrenamiento. Los resultados de los tests de entrenamiento se resumen en la tabla 2. En la prueba de 20 m lz, por precaución, 2 sujetos no completaron las 3 valoraciones.

No se hallaron diferencias en 20 lz, CMJ y 300m a lo largo de toda la temporada ($p > 0,05$). En SJ no se hallaron diferencias hasta la semana 20, pero se empeoró especialmente a final de temporada, hallándose diferencias entre la semana 20 y la 24 y, la 7 y, la 24 ($p < 0,05$).

Se mejoraron significativamente los ritmos de fase I ($p < 0,05$), II ($p < 0,005$) y III ($p < 0,005$), con mejoras del 2,1%, 6,2% y 7,7% respectivamente.

	X	SD	X	SD	X	SD
20 m lz (seg)	2,47	0,09	2,51	0,08	2,47	0,07
SJ (cm)	32,5*	5,1	33,2*	4,4	30,8**	5,2
CMJ (cm)	33,4	7,0	34,0	4,4	33,0	6,3
300 m (seg)	42,8	2,2	42,9	1,8	43,1	2,3
V fase I (min/km)	4:17**	0:07	4:13	0:10	-	-
V fase II (min/km)	3:56**	0:14	3:41	0:11	-	-
V fase III (min/km)	3:35**	0:16	3:16	0:05	-	-
Semana	7		20		24	

* significativo respecto a semana 24.

** Significativo respecto a semana 20

Tabla 2.- Resultados de los tests de entrenamiento.

Resultados en competición. En cada una de las pruebas dos sujetos distintos no realizaron la carrera. Por ello las comparaciones se limitan a 6 sujetos cuando se trata de alguna variable relacionada con cada competición. Los datos se muestran en la tabla 3. Se hallaron diferencias entre los tiempos y ritmo promedio en cross corto y cross largo ($p < 0,005$). La FC fue también mayor en cross corto en la FC media (95 frente a 92%) ($p < 0,05$) aunque sin diferencias en la FC máx alcanzada ($p > 0,05$). De forma semejante se hallaron diferencias en el VO_2 medio estimado en corto respecto a largo (92 frente a 88%) ($p < 0,05$) sin diferencias en el pico más alto estimado ($p > 0,05$).

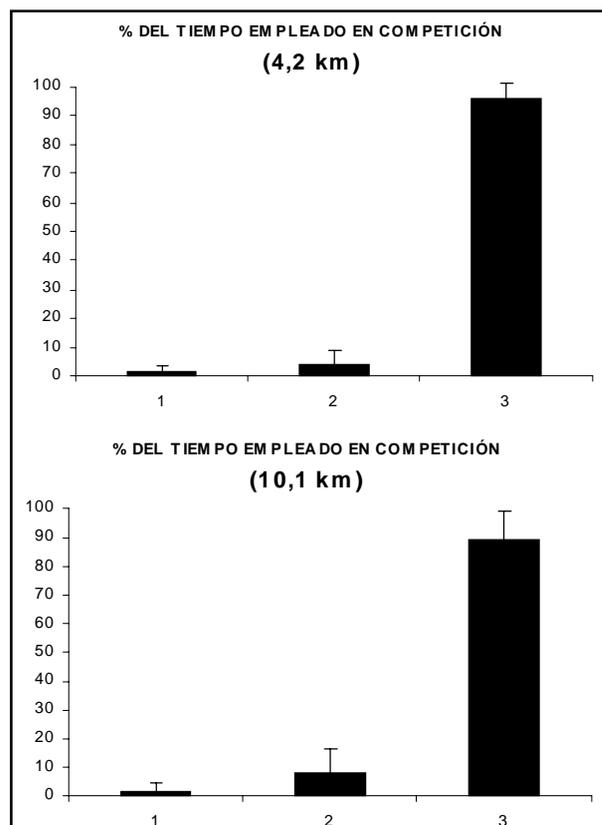
Relaciones entrenamiento y competición. No se hallaron diferencias en los porcentajes empleados en fase I, II y III entre ambas pruebas, siendo en ambas más del 90% en fase III (tabla 3 y figura 3).

VARIABLE	CROSS CORTO		CROSS LARGO	
	(4,175 km)		(10,150 km)	
	X (n=6)	SD (n=6)	X (n=6)	SD (n=6)
Tiempo Total (hh:mm)	13:09	0:33	36:00 *	2:11
Ritmo Promedio (min/km)	3:10	0:07	3:32 *	0:13
Tiempo Fase I (%)	1,8	1,6	0,6	0,7
Tiempo Fase II (%)	3,8	2,5	8,1	8
Tiempo Fase III (%)	96	1,1	91,2	8,6
FC media (%FC máx)	95,2	1,5	92,5 *	1,5
FC pico (%FC máx)	98,8	1	97	2,3
VO_2 medio (%VO_2 max)	92,8	2,6	88,6 *	2,9
VO_2 pico (%VO_2 max)	97,6	2,8	95,8	3,7

Tabla 3.- Porcentajes medio y máximo ($X \pm SD$) obtenidos en cada prueba.

* significativo respecto a cross corto

Figura 3.- Representación del tiempo empleado ($X \pm SD$) en competición en cada fase de intensidad (ver tabla 3 para datos).



Las regresiones lineales realizadas con la marca en cross corto mostraron correlaciones destacadas con el VO_2 max relativo ($r^2=0,90$), y con el ritmo de entrenamiento de fase II (0,83) y de fase III (0,96).

Realizando una regresión múltiple de pasos sucesivos para esta prueba, se halló un destacado r^2 de 0,95 únicamente para la variable velocidad de fase III.

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	CORTO (r^2)	LARGO (r^2)
INCREMENTAL	VO ₂ MAX	0,90	0,83
	%VT2	0,19	0,72
	%VT1	0,10	0,62
RITMO	VFASE I	0,39	0,75
	VFASE II	0,83	0,68
	VFASE III	0,96	0,73
MÚLTIPLE	VFASE I + %VT2		0,96
	VFASE III	0,95	

Tabla 4.- Regresiones lineales y regresiones múltiples: Valores de r^2 .

Las regresiones lineales realizadas con la marca en cross largo mostraron correlaciones destacadas con el VO₂ max relativo ($r^2=0,83$), con el porcentaje de VO₂ max en VT2 (0,72), y con los ritmos de entrenamiento de fase I (0,75) y de fase III (0,73). Realizando una regresión múltiple de pasos sucesivos para esta prueba, se halló un destacado r^2 de 0,96 para las variables velocidad de fase I y porcentaje de VO₂ max en VT2.

DISCUSIÓN

El entrenamiento de campo a través se limita a la temporada invernal, y para muchos corredores constituye una base de entrenamiento extensivo para el entrenamiento más intensivo de pista al aire libre. La periodización y programación del entrenamiento fue diseñada para un notable empleo del tiempo en trabajos a velocidades de fase I y II. En ese contexto de predominio del entrenamiento extensivo se pretendía observar el comportamiento de la velocidad máxima, fuerza explosiva, potencia láctica y economía de carrera. El entrenamiento realizado con mayor similitud al test de 20 m lz consistía en 5x50 m de lanzamiento tras un calentamiento no muy extenso y ejercicios de técnica de carrera, una vez cada semana inicialmente y posteriormente cada quince días. Parece que dicho entrenamiento fue suficiente para mantener la velocidad máxima en el macrociclo, aunque descriptivamente empeoró en todos los sujetos tras las semanas de mayor kilometraje de entrenamiento y se recuperó a final de temporada.

Los niveles iniciales y finales de SJ y CMJ en estos corredores, pese a no ser elevados, sí lo son respecto a otros datos como los $25,8 \pm 3,7$ en SJ y $27,8 \pm 4,3$ en CMJ de corredores de 14:29 en 5000 m y 100-150 kilómetros semanales de entrenamiento (Kubo et al 2000). Los ejercicios de salto hechos en el entrenamiento de fuerza eran todos con ciclo estiramiento-acortamiento (CEA), con pequeñas sobrecargas y en fatiga

habitualmente. Ello puede explicar el empeoramiento del SJ, un tipo de gesto que nunca entrenaron, frente al mantenimiento del CMJ.

En 300m se mantuvo el nivel, con ligera tendencia a empeorar. El entrenamiento de mayor carácter anaeróbico, aparte del anterior, se limitó a trabajos al 80% de la velocidad de la marca. Si bien no se muestran datos por no haberse valorado de forma sistemática en todos los sujetos, creemos importante destacar que, a nivel descriptivo, pese al mantenimiento de la marca en 300m, la capacidad de realizar repeticiones a esa intensidad del 80% aumentó notablemente. Ello indicaría que la "potencia láctica" no mejoró pero sí lo hizo la "capacidad láctica", al tiempo sin perjuicio para la velocidad máxima o la fuerza explosiva en CEA.

Las velocidades de carrera fueron mejoradas notablemente (7 y 6%) en fases III y II, (de 3:33 a 3:17 y de 3:55 a 3:41) y en menor medida en fase I (de 4:17 a 4:12, un 2%).

La valoración de la implicación aeróbica en competición según este modelo trifásico se asemeja a los de una contrareloj de 7 a 28 km en ciclismo (de 10 a 38') (Padilla et al 2000), aunque no el porcentaje de la FC máxima a los que se disputan, siendo mayor en carrera (95 y 92% frente a 89 y 85% en ciclismo). La acumulación de fatiga a lo largo de una vuelta por etapas y el distinto grado de esfuerzo extenuante entre los ciclistas en función de las etapas pueden explicar en parte tales discrepancias, si bien no parecen convincentes tales motivos en las etapas prólogo.

Los datos obtenidos son consistentes con un trabajo reciente en el que hemos indicado la intensidad en FC de pruebas de 3000m a maratón (Esteve 2004), de modo que el cross corto parece más cercano a la intensidad del 3000m y el cross largo más cercano a la 1/2 maratón que al 5000. Sin embargo, antes de generalizar tales afirmaciones parece preciso atender al nivel de los deportistas. En este sentido se ha utilizado la relación VO₂ / FC para estimar los porcentajes de VO₂ max a los que se compete. La relación entre ambas para este grupo de sujetos muy entrenados coinciden con las que ya indicaron Swain y colaboradores (1994) que distaban de las recomendaciones de la ACSM de 1991 para la población general.

En la función aeróbica parecen especialmente determinantes del rendimiento la capacidad de generar altas velocidades con la mayor economía de esfuerzo, la habilidad para mantener la velocidad a altos porcentajes de VO₂ max, y el valor y velocidad mínima asociada a este VO₂ max (Billat, 2002). Para este grupo en concreto se

ha hallado la especial importancia del VO_2 max relativo y de la velocidad de fase III para el rendimiento en cross corto, mientras que para las pruebas largas de campo a través parecen especialmente importantes el porcentaje de VO_2 max en VT2 y la economía en todas las velocidades.

Más trabajos deben hacerse sistematizando las intensidades de entrenamiento en registros más exhaustivos, con muestras mayores y heterogéneas en nivel y programación de entrenamiento, de cara a esclarecer los factores más importantes del rendimiento en estas dos categorías del campo a través.

BIBLIOGRAFÍA

Billat V. (2002) Fisiología y metodología del entrenamiento. Paidotribo, Barcelona.

Davis J. (1985) Anaerobic threshold: a review of the concept and directions for future research. *Med Sci Sports Exerc* 17: 6-18.

Esteve (2004) Frecuencia cardíaca en las pruebas de 5 km a maratón: un estudio preliminar. Actas del Congreso de la Asociación Española del Deporte, Valencia 2004.

Ferrero JA, Fernández A. (1995) Consumo de oxígeno. En: Chicharro JL, Fernández A (eds) Fisiología del ejercicio. Panamericana, Madrid, pp 209-218.

Gastin PB. (2001) Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med* 31:725-741.

Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Elastic properties of muscle-tendon complex in long distance runners. *Eur J Appl Physiol* 81: 181-187, 2000.

Lucía A, Hoyos J, Carvajal A, Chicharro JL. (1999) Heart rate response to professional road cycling: the Tour de France. *Int J Sports Med* 20: 167-172.

Lucía A, Hoyos J, Santalla A, Earnest C, Chicharro JL. (2003) Tour de France versus Vuelta a España: which is harder?. *Med Sci Sports Exerc* 35: 872-878.

Paçilla S, Mújika I, Orbañanos J, Angulo F. (2000) Exercise intensity during competition time trials in professional road cycling. *Med Sci Sports Exerc* 32: 850-856.

Skinner JS, McLellan TH (1980). The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Res Q Exerc Sport* 51: 234-248.

Swain DP, Abernathy KS, Smith CS, Lee SJ, Bunn S (1994). Target heart rates for the development of cardiorespiratory fitness. *Med Sci Sports Exerc* 26: 112-116.

Tanaka H, Monahan KD, Seals DR (2001). Age-predicted maximal heart-rate revisited. *J Am Coll Cardiol* 37: 153-156.

Wilmore JH, Costill DL (1999). Fisiología del esfuerzo y del deporte. Paidotribo, Barcelona.



Autor para establecer correspondencia:
Jonathan Esteve Lanao
E-mail: jonathan.esteve@fme.afd.uem.es

SUSCRÍBETE A ... **KRONOS**

Título	Euros
Si, deseo suscribirme a la revista KRONOS. La revista universitaria de la actividad física y el deporte.	8 € (2 números al año)
Nombre y apellidos	
Dirección Código Postal	
Localidad Provincia	
Teléfono Fax e-mail	
El pago se realizará de la siguiente forma (más gastos de envío)	
<input type="checkbox"/> Contra reembolso Tarjeta de crédito: <input type="checkbox"/> VISA <input type="checkbox"/> Master Card <input type="checkbox"/> American Express	
Nº tarjeta: Firma <input type="text"/>	
Fecha de caducidad:/...../.....	

Enviar a Gymnos, Librería Deportiva, García de Paredes, 12, 28010 Madrid
Tfno.: 91 447 82 97 - Fax: 91 447 18 56. E-mail: editorial@gymnos.com