

Efectos del entrenamiento de carrera en el rendimiento en ciclismo. Un modelo de entrenamiento del Duathlon

JAVIER CHAVARREN CABRERO

RESUMEN

Diecinueve estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (10 mujeres y 9 hombres), llevaron a cabo un entrenamiento a lo largo de 12 semanas. Durante las 6 primeras semanas entrenaron carrera, y en las 6 semanas restantes combinaron carrera y ciclismo. Antes, en medio, y al finalizar el proceso de entrenamiento realizaron una competición de duathlon, y se valoraron sus índices de condición física aeróbica mediante test de laboratorio sobre tapiz rodante y cicloergómetro. Los resultados muestran que el entrenamiento de carrera mejora el rendimiento en ciclismo; asimismo, se observa la eficacia de este modelo de entrenamiento sobre el rendimiento en las competiciones de duathlon.

ABSTRACT

The Effects of Training in Track Events on Cycling. A Training Model for the Duathlon

Nineteen students from the Faculty of Sporting and Physical Activity Sciences (Facultad de Ciencias de la Actividad física y el deporte) were submitted to a twelve week training session. Over the first six weeks, they trained in running events and the other six, they combined running with cycling. Before, during and after the training process, they competed in the duathlon and were assessed for their aerobic condition using a treadmill and a cycle ergometer. The results prove that training in track events improves performance in cycling and therefore the efficiency of this model in training for duathlon competitions.

La espectacular popularidad adquirida por el triathlon (natación + ciclismo + carrera) en los últimos veinte años ha superado las expectativas más optimistas, hasta tal punto, que es muy posible que pase a formar parte de los deportes olímpicos en los próximos años. En este mismo tiempo, también han aumentado los participantes en competiciones que combinan diferentes especialidades deportivas. De estas, la más importante es el duathlon, que combina carrera y ciclismo. Su estructura, carrera + ciclismo + carrera, es de un gran atractivo para aquellos triathletas que, por diversas razones, no consiguen el rendimiento deseado en natación. Además, el segmento de natación del triathlon se realiza en el medio natural (mar, ríos, lagos), este hecho impide que las competiciones puedan realizarse con temperaturas bajas; así que el duathlon se ha convertido en la alternativa en los períodos invernales.

Las distancias de los duathlones son muy variadas, la más utilizada es 5 km carrera + 30 km ciclismo + 5 km carrera, no obstante, podemos encontrar duathlones de 7 km + 30 km + 3 km, o incluso 7.5 km + 150 km + 30 km, como el llamado Powerman que se realiza en Zofingen (Suiza).

Uno de los principios básicos del entrenamiento es la especificidad, es decir, que el entrenamiento tiene que tener como objetivo el desarrollo de las cualidades solicitadas por la especialidad deportiva. Desde esta óptica, el entrenamiento del duathlon supone un gran reto, ya que requiere un alto rendimiento en dos especialidades



Las transiciones carrera-ciclismo y ciclismo-carrera, son uno de los momentos más duros de la competición.

deportivas totalmente diferentes. No obstante, el objetivo fundamental es el desarrollo de la resistencia aeróbica, tan necesaria en los segmentos de carrera como en el de ciclismo. Gran parte del éxito del entrenamiento residirá en la correcta combinación de los contenidos del entrenamiento, esto es, en programar adecuadamente qué entrenamientos se realizan sobre la bicicleta y cuáles en carrera. Son numerosas las investigaciones realizadas sobre los efectos cruzados del entrenamiento de carrera sobre el rendimiento en ciclismo, y los del entrenamiento de ciclismo sobre el rendimiento en carrera. Casi todas coinciden, de acuerdo con el principio de especificidad, en que el entrenamiento de carrera es más beneficioso para los atletas, y en que el entrenamiento de ciclismo es más beneficioso para los ciclistas. Lamentablemente, son escasos los trabajos realizados con triathletas o duathletas.

Las alternativas en la combinación de los contenidos del entrenamiento son muy nume-

rosas, pero éstas se pueden agrupar en dos grandes opciones: entrenar carrera y ciclismo de forma simultánea durante toda la temporada, o utilizar principalmente una de las especialidades en el período de entrenamiento general y, posteriormente, en el período de entrenamiento específico, simultanear ambas especialidades. Actualmente no existen estudios que demuestren la conveniencia de utilizar una u otra alternativa, y los entrenamientos se planifican empíricamente en función de experiencias previas, especialidad anterior del deportista, medios de entrenamiento, climatología del lugar, etc.

El objeto de este estudio es conocer los efectos de un proceso de entrenamiento, utilizando la carrera en el primer período y el entrenamiento combinado de carrera y ciclismo en el segundo período, sobre el rendimiento en competiciones de duathlon. Asimismo, estudiar las interacciones que se producen entre los indicadores de condición física aeróbica de carrera y ciclismo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sujetos

Una vez informados detalladamente de los procedimientos y objetivos del protocolo experimental, así como de sus posibles riesgos y beneficios, 19 estudiantes (10 mujeres y 9 hombres) de la Facultad de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria, firmaron su consentimiento para participar de forma voluntaria en los estudios que integran este trabajo. Sus características generales quedan reflejadas en la Tabla 1.

Diseño experimental

Fue dividido en cinco períodos:

1. Valoración inicial (V_{ini})

A lo largo de 2 semanas se procedió a la determinación de los parámetros antropométricos y de condición física. Asimismo, todos los sujetos realizaron una competición de Duathlon.

2. Entrenamiento de carrera

Los sujetos se sometieron a un entrenamiento de carrera 4 días por semana durante 6 semanas.

3. Valoración intermedia (V_{int})

Al finalizar el entrenamiento de carrera se procedió a realizar la misma valoración realizada antes de comenzar el entrenamiento, y los sujetos volvieron a competir en una prueba de Duathlon.

4. Entrenamiento combinado de carrera y ciclismo

Los sujetos continuaron durante 6 semanas con un programa de entrenamiento que combinaba carrera y ciclismo. La frecuencia de entrenamiento fue de 4 días por semana.

5. Valoración final (V_{fin})

Las dos semanas siguientes a finalizar el entrenamiento, se determinaron los parámetros antropométricos y de condición física de los sujetos, y se realizó una tercera competición de duathlon.

Las tres valoraciones se realizaron respetando el mismo protocolo y en condiciones ambientales semejantes. Los sujetos fueron evaluados siempre en estado postabsortivo, habiendo realizado la última ingesta de alimentos, al menos, 4 horas antes de iniciar cada prueba. Entre cada prueba transcurrieron 48 horas. El orden de las pruebas fue el siguiente:

1. Antropometría.
2. Test incremental hasta el agotamiento sobre cicloergómetro.

3. Test rectangulares submáximos. Determinación de la recta de economía de pedaleo.
4. Test rectangular supramáximo sobre cicloergómetro.
5. Test incremental hasta el agotamiento sobre tapiz rodante.
6. Test rectangulares submáximos. Determinación de la recta de economía de carrera.
7. Test rectangular supramáximo sobre tapiz rodante.
8. Competición de duathlon.

El cicloergómetro utilizado fue un Monark 818 E (Varberg, Sweden), la frecuencia de pedaleo durante todas las pruebas fue de 90 RPM. Las pruebas de carrera se realizaron en un tapiz rodante Powerjog EG30 (Sport Engineering Limited, England), con una inclinación de un 1% en todos los test. Durante las pruebas ergométricas se registraron los parámetros ventilatorios mediante un analizador de gases (CPX, Medical Graphics Corporation, St. Paul Minnesota). El registro de la frecuencia cardíaca se realizó cada 5 segundos por medio de un carditacómetro (Polar Advantage XL Heart Rate Monitor, Sport Tester 4000, Polar).

Antes y después de cada test se calibraron todos los instrumentos de medida conforme a las especificaciones de los fabricantes.

Se diseñó una prueba de duathlon (carrera + ciclismo + carrera) con distancias acordes a la condición física media de los sujetos experimentales (5 km de carrera, 16 km de ciclismo, 2 km de carrera) para que tuviese una duración aproximada de una hora. Los dos segmentos de carrera se realizaron en un circuito de 2.5 Km, sobre asfalto y sin grandes desniveles, comenzando y ter-

TABLA 1

Características generales de los sujetos experimentales

	Hombres (N-9)	Mujeres (N-10)
Edad (años)	23,8 ± 3,6	22,7 ± 2,5
Talla (cm)	175,5 ± 2,6	161,9 ± 4,0
Peso (kg)	66,9 ± 5,6	54,2 ± 7,0
% Grasa Corporal	13,4 ± 2,7	22,3 ± 3,5

TABLA 2

Comparación de los resultados obtenidos en los tres duathlones

	Duathlon 1		Duathlon 2		Duathlon 3
Total (min)	60,60 ± 6,59	♥♥♥	56,91 ± 5,22	♣♣♣	55,06 ± 4,86
Carrera 1 (min)	21,81 ± 2,90	♥♥♥	20,37 ± 2,42	NS	20,31 ± 2,22
Ciclismo (min)	28,03 ± 2,43	♥♥	26,42 ± 2,06	♣♣	25,31 ± 1,75
Carrera 2 (min)	9,49 ± 1,34	NS	9,13 ± 1,05	NS	9,01 ± 1,13

♥♥♥ p<0.001, ♥♥ p<0.01, entre Duathlon 1 y Duathlon 2.
 ♣♣♣ p<0.001, ♣♣ p<0.01, entre Duathlon 1 y Duathlon 2.
 ♦♦♦ p<0.001, entre Duathlon 1 y Duathlon 2.

minando en la puerta de entrada al edificio del laboratorio. El segmento de ciclismo se realizó dentro del laboratorio en tres cicloergómetros.

Entrenamiento

Se planificó un entrenamiento de 12 semanas basado en sistemas continuos de ritmo constante y ritmo variable. La frecuencia de entrenamiento fue de 4 días por semana. Durante las 6 primeras semanas sólo realizaron entrenamiento de carrera, las 6 semanas restantes combinaron en todas las sesiones ca-

rrera y ciclismo. Los entrenamientos de ciclismo se realizaron en los cicloergómetros del laboratorio. El volumen total de entrenamiento de carrera fue de 336 km (210 y 126 km en el primer y segundo período respectivamente), y el de ciclismo de 315 km. La intensidad de los entrenamientos se estableció a partir del segundo umbral ventilatorio (UV₂), previamente determinado en las pruebas incrementales hasta el agotamiento, de tal modo que la intensidad baja correspondía al 85%, la media al 90% y la alta al 95%, de la velocidad o potencia desarrollados en el UV₂.

RESULTADOS

Evolución de los resultados en las competiciones de duathlon

En la Tabla 2 queda reflejada la evolución longitudinal de los tiempos obtenidos en las tres competiciones de duathlon, y en la Fig 1 se muestra su representación gráfica. La Tabla 3 muestra los cambios porcentuales de estos resultados, observados a lo largo del proceso de entrenamiento, y la Fig 2 la representación gráfica de estos cambios porcentuales.

FIGURA 1

Representación gráfica de los resultados obtenidos en los duathlones

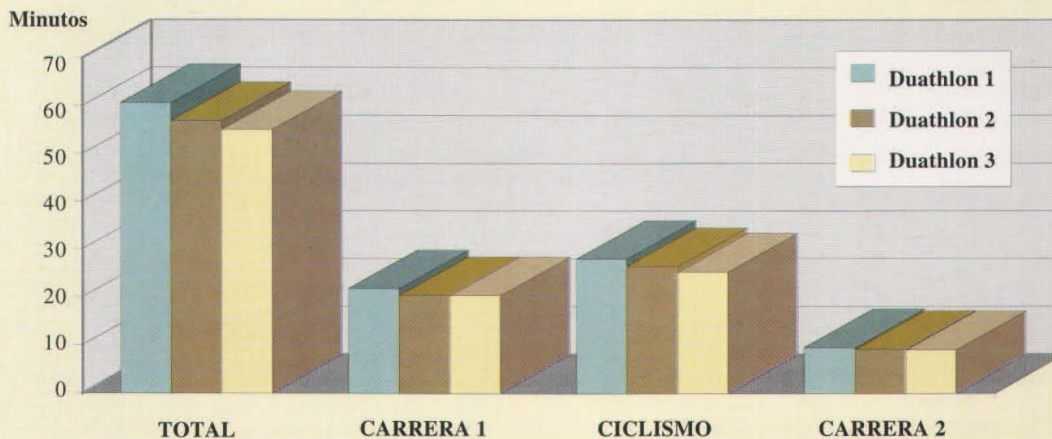


TABLA 3

Comparación de los cambios porcentuales de los resultados en los tres duatlones

	Entrenamiento de carrera	Entrenamiento completo	Entrenamiento carrera-ciclismo
Total	-5,46 ± 4,13 ♡	-8,46 ± 5,06 ♣	-3,18 ± 3,30
Carrera 2	-5,61 ± 2,56	-5,72 ± 4,25 ♣	-0,15 ± 2,32 ♦
Ciclismo	-5,59 ± 5,89 ♡	-9,49 ± 6,04 ♣	-4,01 ± 5,44
Carrera 3	-2,72 ± 8,10	-3,99 ± 10,25	-1,14 ± 7,58

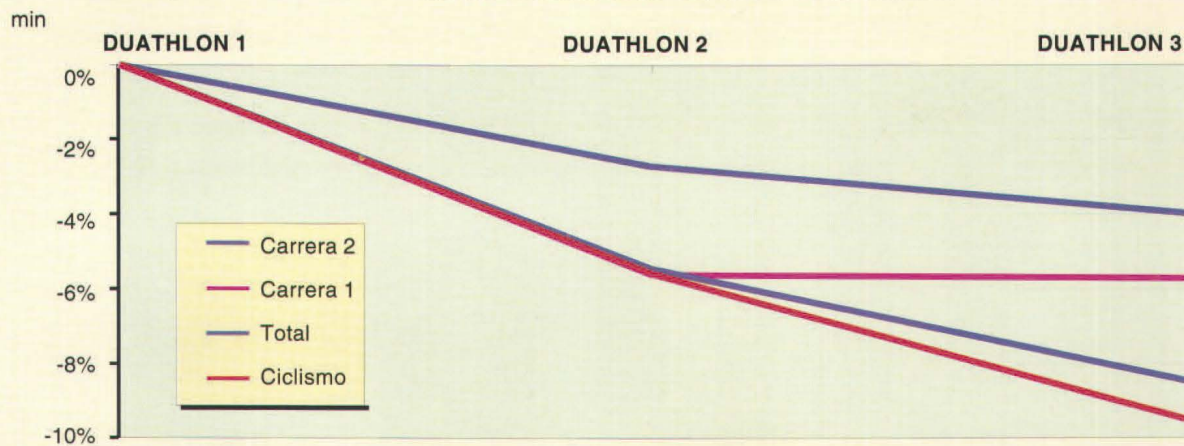
♡ p<0.01, entre el entrenamiento de carrera y el entrenamiento completo.
 ♣ p<0.001, entre el entrenamiento completo y el entrenamiento combinado.
 ♦ p<0.001, entre el entrenamiento de carrera y el entrenamiento combinado.

El tiempo total (TOT) se fue reduciendo de forma significativa a lo largo del proceso de entrenamiento, así, en el primer duathlon (DUA1) fue de 60,60 ± 6,59 min., en el segundo duathlon (DUA2) de 56,91 ± 5.22 min., y de 55,06 ± 4,86 min. en el tercer duathlon (DUA3) (p<0.001). Al finalizar el proceso de entrenamiento el TOT fue un -8,46 ± 5,06% menor que al inicio del entrenamiento; no observándose diferencias significativas entre la reducción del TOT conseguida durante el entrenamiento de carrera (-5,46 ± 4,13%) y la conseguida durante el entrenamiento combinado (-3,18 ± 3,3%).

El tiempo en el primer segmento de carrera (CA1) fue significativamente superior (p<0.001) en el DUA1 (21,81 ± 2,90 min.) respecto del DUA2 (20,37 ± 2,42 min.) y del DUA3 (20,31 ± 2.22 min.). No se encontraron diferencias significativas entre el CA1 en el DUA2 y DUA3. A lo largo de todo el proceso de entrenamiento se consiguió una reducción del CA1 de -5,72 ± 4,25%, esta reducción no fue significativamente superior a la conseguida durante el entrenamiento de carrera (-5,61 ± 2,56%), pero sí respecto de la conseguida durante el entrenamiento combinado (-0,15 ± 2,32%).

FIGURA 2

Representación gráfica del cambio porcentual de los resultados en los tres duatlones



El tiempo obtenido en el segmento de ciclismo (CI) en el DUA1 fue de $28,03 \pm 2,43$ min., significativamente superior ($p < 0.01$) al obtenido en el DUA2 ($26,42 \pm 2,06$ min.) y en el DUA3 ($25,31 \pm 1,75$ min.). La reducción observada al finalizar el proceso de entrenamiento fue de $-9,49 \pm 6,04\%$, significativamente superior a la conseguida durante el entrenamiento de carrera ($p < 0.01$) y durante el entrenamiento de ciclismo ($p < 0.001$), que fue de $-5,59 \pm 5,89\%$ y de $-4,01 \pm 5,44\%$ respectivamente.

El tiempo obtenido en el segundo segmento de carrera (CA2) en el DUA1 fue de $9,49 \pm 1,34$ min., de $9,13 \pm 1,05$ min. en el DUA2 y de $9,01 \pm 1,13$ min. en el DUA3. Esta reducción observada no al-

canzó significación estadística. Porcentualmente, durante el entrenamiento de carrera la disminución fue de $-2,72 \pm 8,1\%$, y de $-3,99 \pm 19,22\%$ durante el entrenamiento completo.

Evolución de los índices de condición física aeróbica sobre cicloergómetro

En la tabla 4 se recogen los resultados obtenidos en las tres valoraciones de los indicadores de la condición física aeróbica.

Podemos resaltar que el consumo de oxígeno máximo ($VO_2\max$), referido al peso cor-

TABLA 4

Evolución de las variables analizadas en los test incrementales hasta el agotamiento sobre cicloergómetro

	Valoración inicial (n=19)	Valoración intermedia (n=18)	Valoración final (n=18)
$VO_2\max$ (ml.min ⁻¹)	3004 ± 816	3129 ± 675	3149 ± 708
$VO_2\max$ (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	48.5 ± 73 ♣	51.3 ± 6.3	51.4 ± 6.0 ♦
Wmax (W)	276 ± 66 ♣♣	296 ± 55 ♥♥♥	317 ± 60 ♦♦♦
I.E.max (W.kg ⁻¹)	4.5 ± 0.5 ♣	4.9 ± 0.4 ♥♥♥	5.2 ± 0.5 ♦♦♦
FCmax	193 ± 10 ♣♣	189 ± 10	188 ± 8 ♦♦
VO_2UV_1 (ml.min ⁻¹)	1919 ± 537 ♣	2019 ± 561	2037 ± 495
VO_2UV_1 (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	31.5 ± 5.7	32.9 ± 6.7	33.2 ± 5.0
% UV	64.3 ± 7.1	64.3 ± 10.2	64.9 ± 7.7
WUV ₁ (W)	140 ± 45 ♣♣	153 ± 49 ♥♥♥	170 ± 46 ♦♦♦
I.E.UV ₁ (W.kg ⁻¹)	2.3 ± 0.5 ♣	2.5 ± 0.6 ♥♥♥	3.0 ± 0.5 ♦♦♦
FCUV	148 ± 13	147 ± 15	145 ± 10
VO_2UV_2 (ml.min ⁻¹)	2453 ± 654	2578 ± 592 ♥	2697 ± 649 ♦
VO_2UV_2 (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	40.2 ± 6.4 0.08	42.2 ± 5.7 0.08	43.9 ± 5.7 ♦
% UV ₂	82.1 ± 5.7	82.4 ± 7.5 ♥	85.6 ± 6.7 0.09
WUV ₂ (W)	205 ± 58 ♣	222 ± 49 ♥♥♥	255 ± 57 ♦♦♦
I.E.UV ₂ (W.kg ⁻¹)	3.3 ± 0.6 ♣	3.6 ± 0.4 ♥♥♥	4.4 ± 0.5 ♦♦♦
FCUV ₂	172 ± 11	169 ± 12	172 ± 11

♣♣♣ p<0.001, ♣♣ p<0.01, ♣ p<0.05 entre valoración inicial e intermedia.

♦♦♦ p<0.001, ♦♦ p<0.01, ♦ p<0.05, entre valoración inicial y final.

♥♥♥ p<0.001, ♥♥ p<0.01, ♥ p<0.05, entre valoración intermedia y final.

poral, aumenta de forma significativa durante el entrenamiento de carrera (6.1%, $p < 0.05$) y no varía durante el entrenamiento combinado. La potencia máxima desarrollada aumenta significativamente a lo largo de las tres valoraciones, tanto en valores absolutos (W_{max} , 14.7%, $p < 0.001$), como referidos al peso corporal ($I.E._{max}$, 14.6%, $p < 0.001$). La frecuencia cardíaca máxima (FC_{max}) disminuye a lo largo del entrenamiento, siendo las diferencias significativas entre la V_{ini} y la V_{fin} (-2,3%, $p < 0.01$).

La potencia desarrollada en los dos umbrales ventilatorios aumenta de forma significativa, tanto en valores absolutos como referidos al peso corporal (31.6%, $p < 0.001$ en UV_1 ; y

34.9%, $p < 0.001$ en UV_2). El VO_2 en el UV_2 , en valores absolutos, aumenta de forma significativa durante el entrenamiento combinado (9.3%, $p < 0.05$), al igual que el porcentaje de éste respecto del VO_{2max} (% UV_2 , 4.4%, $p < 0.05$).

Evolución de los índices de condición física aeróbica sobre tapiz rodante

La tabla 5 muestra los parámetros utilizados para valorar la evolución longitudinal de la condición física aeróbica sobre tapiz rodante.

La velocidad alcanzada al finalizar el test (VEL_{max}) y la

TABLA 5

Evolución de las variables analizadas en los test incrementales hasta el agotamiento sobre tapiz rodante

	Valoración inicial (n=19)	Valoración intermedia (n=18)	Valoración final (n=18)
VO_{2max} (ml.min ⁻¹)	3187 ± 778	3250 ± 657	3206 ± 639
VO_{2max} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	52.0 ± 7.2 0.07	54.3 ± 5.8	53.1 ± 6.4
VEL_{max} (km.h ⁻¹)	17.8 ± 2.5 ♣♣♣	19.2 ± 2.5	19.1 ± 2.1 ♦♦♦
FC_{max}	195 ± 9	193 ± 9	192 ± 10
VO_2UV_1 (ml.min ⁻¹)	2321 ± 559	2488 ± 478	2438 ± 461
VO_2UV_1 (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	38.1 ± 4.6	40.7 ± 4.3	40.3 ± 3.4
% UV	73.6 ± 4.3	76.8 ± 5.0	76.5 ± 7.3
$VELUV_1$ (km.h ⁻¹)	10.5 ± 2.0 ♣♣♣	12.5 ± 1.8	12.6 ± 1.6 ♦♦♦
$FCUV$	161 ± 7.6	162 ± 14	159 ± 10
VO_2UV_2 (ml.min ⁻¹)	2665 ± 644 ♣♣	2906 ± 573	2836 ± 495 0.06
VO_2UV_2 (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	43.8 ± 5.5 ♣♣	47.6 ± 4.9	47.0 ± 4.9 ♦
% UV_2	84.5 ± 4.4 ♣♣♣	89.5 ± 3.6	89.0 ± 5.8 ♦♦
$VELUV_2$ (km.h ⁻¹)	13.0 ± 2.4 ♣♣♣	15.4 ± 2.2 0.06	16.0 ± 2.2 ♦♦♦
$FCUV_2$	176 ± 8	177 ± 11	179 ± 10

♣♣♣ $p < 0.001$, ♣♣ $p < 0.01$, ♣ $p < 0.05$ entre valoración inicial e intermedia.
 ♦♦♦ $p < 0.001$, ♦♦ $p < 0.01$, ♦ $p < 0.05$, entre valoración inicial y final.
 ♥♥♥ $p < 0.001$, ♥♥ $p < 0.01$, ♥ $p < 0.05$, entre valoración intermedia y final.

velocidad en los dos umbrales ventilatorios ($VELUV_1$ y $VELUV_2$) se incrementan significativamente durante el entrenamiento de carrera, y no varían durante el entrenamiento combinado (8.0% en $VELmax$; 19.2%, en $VELUV_1$ y 18.7% en $VELUV_2$; $p < 0.001$ en los tres casos).

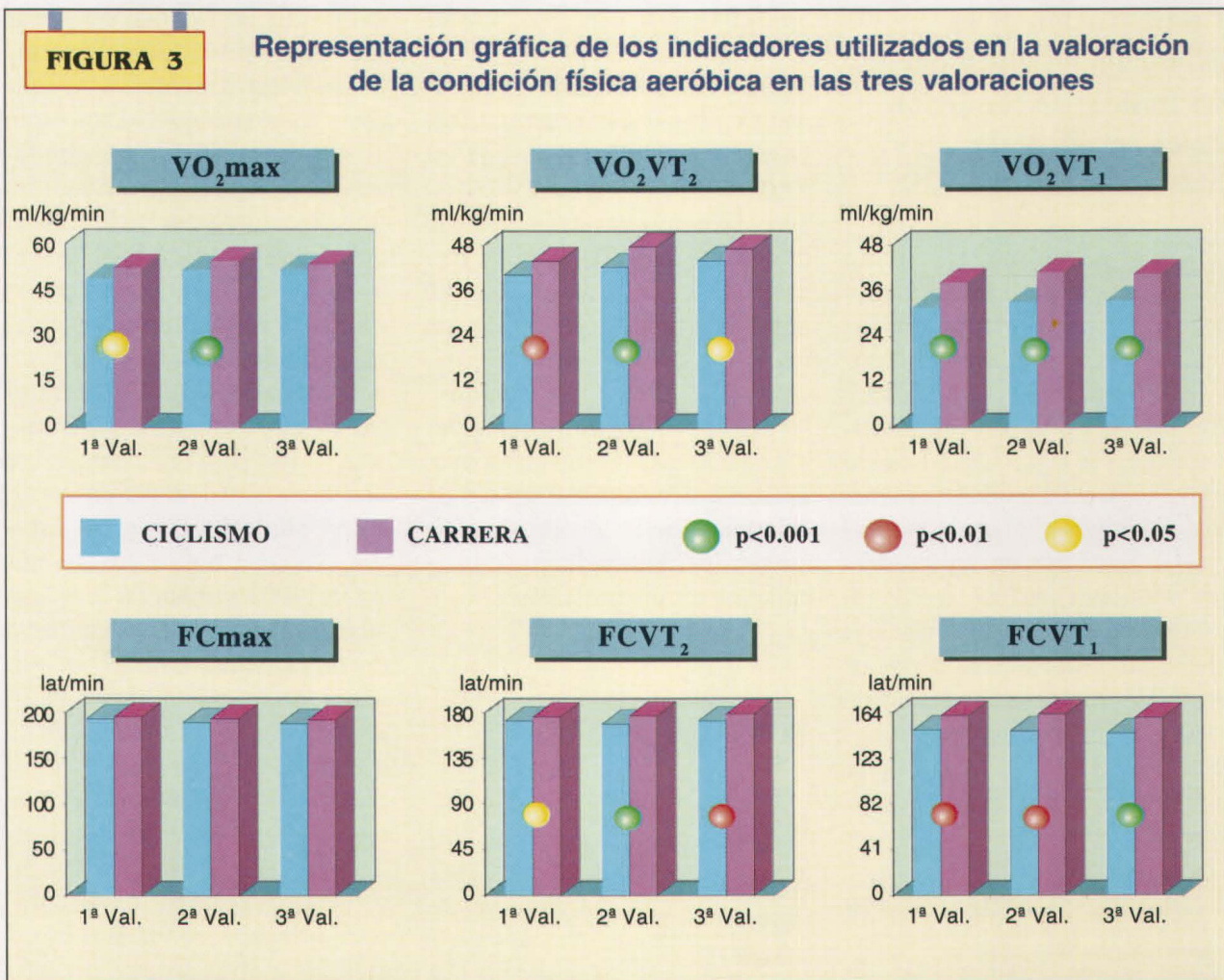
El VO_2max aumenta durante el entrenamiento de carrera (6.1%), pero las diferencias no llegan a ser significativas. El VO_2UV_2 aumenta significativamente durante el entrenamiento de carrera (5.0%, $p < 0.01$), y no varía durante el entrenamiento combinado. El VO_2UV_1 no experimenta variaciones significativas a lo largo del proceso de entrenamiento.

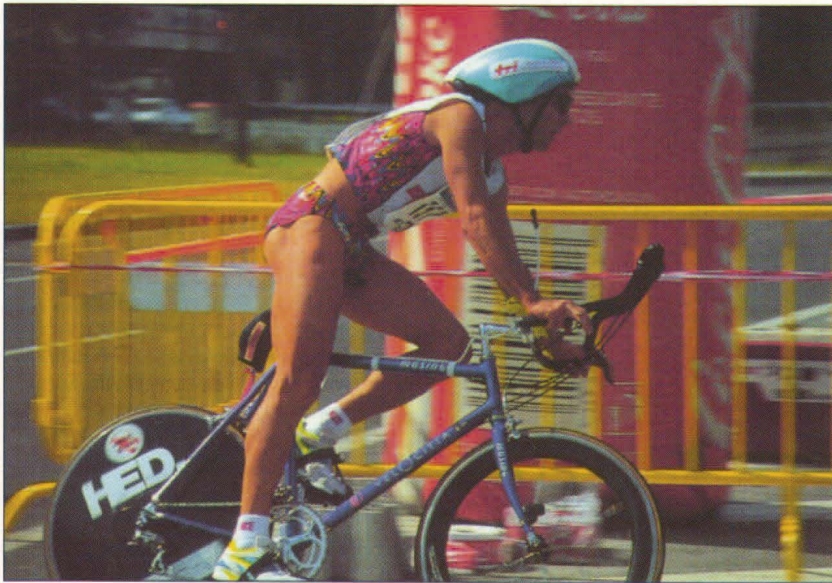
Comparación de los índices de condición física aeróbica en cicloergómetro y en tapiz rodante

La Figura 3 muestra la representación gráfica de las diferencias entre los parámetros obtenidos en ciclismo y en carrera, en los test incrementales hasta el agotamiento. En todas las comparaciones realizadas a lo largo de las tres valoraciones, los parámetros obtenidos en carrera fueron superiores a los obtenidos en ciclismo.

Las diferencias alcanzaron significación estadística en VO_2max , expresado en valores

referidos al peso corporal, en la V_{ini} ($p < 0.05$) y V_{int} ($p < 0.001$); en VO_2UV_1 , en las tres valoraciones, tanto en valores absolutos como referidos al peso corporal ($p < 0.001$); en VO_2UV_2 , expresado en valores absolutos, en la V_{ini} ($p < 0.05$) y V_{int} ($p < 0.001$), y expresado en valores referidos al peso corporal en la V_{ini} ($p < 0.01$), V_{int} ($p < 0.001$) y V_{fin} ($p < 0.05$); en $\%VO_2UV_1$ en las tres valoraciones ($p < 0.001$); $\%VO_2UV_2$ en la V_{int} ($p < 0.001$) y V_{fin} ($p < 0.05$); en $FCmax$ en la V_{int} ($p < 0.01$); en la $FCUV_1$ en la V_{ini} y V_{int} ($p < 0.01$) y V_{fin} ($p < 0.001$); en $FCUV_2$ en la V_{ini} ($p < 0.05$), V_{int} ($p < 0.001$) y V_{fin} ($p < 0.01$). El VO_2max , expresado en valores absolutos, mostró diferencias en la V_{ini} y V_{int} , pero su significación estadística





Las bicicletas utilizan los últimos avances tecnológicos en materiales y diseños que aumentan la espectacularidad de este deporte.

ca desapareció al corregir la propagación del error debido a las comparaciones múltiples.

Comparación de la evolución longitudinal de los índices de condición física aeróbica de carrera y ciclismo

Durante el entrenamiento de carrera el incremento de la velocidad en los dos umbrales ventilatorios ($19.2 \pm 12.1\%$ y $18.7 \pm 9.2\%$ en UV_1 y UV_2 respectivamente) fue significativamente mayor ($p < 0.01$) que el incremento observado en la potencia desarrollada en los umbrales ventilatorios ($9.4 \pm 13.9\%$ en UV_1 y $10.1 \pm 15.4\%$ en UV_2). De igual modo, el incremento en $\%UV_2$ fue superior en carrera ($6.3 \pm 5.9\%$) que en ciclismo ($0.6 \pm 10.5\%$), durante esta primera fase de entrenamiento ($p < 0.05$).

Durante el entrenamiento combinado son varios los parámetros que experimentan un

incremento superior en ciclismo, así, la W_{max} , la WUV_1 , WUV_2 y $\%UV_2$ aumentan significativamente más que la VEL_{max} , $VELUV_1$, $VELUV_2$ ($p < 0.01$).

A lo largo de todo el entrenamiento completo la única diferencia significativa que se encontró entre carrera y ciclismo, al comparar la evolución porcentual de los parámetros, fue que la VEL_{max} aumentó un $7.5 \pm 6.9\%$ y la W_{max} un $14.7 \pm 7.4\%$ ($p < 0.001$).

No se encontraron diferencias significativas al comparar la evolución porcentual del grupo de hombres con la evolución porcentual del grupo de mujeres en ninguno de los parámetros.

DISCUSIÓN

La mejora de un 8.5% , observada en el TOT durante las doce semanas de entrenamiento, está en concordancia con otros

estudios que obtienen mejoras entre un 3 y 10% en pruebas de campo de resistencia aeróbica, tras procesos de entrenamiento de carrera y ciclismo de duración similar. No obstante, la mejora de los tiempos en los diferentes segmentos a lo largo del entrenamiento muestra una evolución diferente, de forma que el entrenamiento de carrera provoca mejoras equivalentes en CA_1 y CI , pero al finalizar el entrenamiento combinado tan sólo mejora significativamente el CI . Al igual que sucede en nuestro estudio, numerosas investigaciones han demostrado la eficacia de los entrenamientos de carrera en el rendimiento de ciclismo, en sujetos no entrenados previamente. Esta eficacia es atribuida a las adaptaciones cardiorespiratorias a nivel central, principalmente al aumento del gasto cardíaco y de la volemia que se producen con el entrenamiento de resistencia aeróbica, ya que estas adaptaciones no son específicas de la musculatura que interviene en la especialidad deportiva, con la que se realiza el entrenamiento, y por tanto repercuten de igual forma mejorando el rendimiento en otras especialidades. Las adaptaciones cardiorespiratorias centrales al entrenamiento de resistencia son mayores cuando se emplean sistemas continuos, como sucede en nuestro estudio. En cambio, los sistemas interválicos provocan mayores adaptaciones periféricas (aumento de la densidad capilar, mayor concentración de mioglobina en el músculo, incremento de la actividad de los enzimas mitocondriales y aumento del número y tamaño de las mitocondrias). Estas adaptaciones, al producirse sólo en la musculatura solicitada, son menos transferibles a otras formas de acti-

vidad física, con patrones de sollicitación neuromuscular diferente. En cualquier caso, son necesarias nuevas investigaciones sobre el efecto cruzado de los entrenamientos interválicos.

La estabilización del rendimiento en carrera durante el entrenamiento combinado, puede explicarse por un efecto negativo del entrenamiento combinado sobre el rendimiento en carrera, o por la disminución del volumen de entrenamiento de carrera en un 40%. Estudios previos eliminan la primera posibilidad, ya que encuentran mejoras en la carrera después de un entrenamiento de ciclismo. Por otro lado, es lógico que una reducción tan importante del volumen de entrenamiento de carrera lleve consigo el mantenimiento del rendimiento. Es necesario considerar que el entrenamiento combinado comienza cuando los sujetos han mejorado notablemente su condición física aeróbica. Diversos estudios han demostrado que las mejoras en la condición física son más difíciles de conseguir, y menos apreciables, en sujetos previamente entrenados. Por ello, no sorprende que los efectos cruzados del entrenamiento de ciclismo sobre el rendimiento en carrera no hayan sido detectados.

El $VO_2\text{max}$ es de un 8 a 11% mayor en los test efectuados en tapiz rodante, comparado con el valor alcanzado en los test realizados en cicloergómetro. Estas diferencias se han atribuido a la utilización de una mayor masa muscular durante la carrera. No obstante, con el entrenamiento de ciclismo se producen adaptaciones periféricas (aumento de la masa muscular y de la capacidad de utilización de oxígeno) que permiten



Después de casi dos horas de competición, en muchas ocasiones el triunfo se decide en los últimos metros de la carrera.

aumentar el $VO_2\text{max}$ en ciclismo. Es interesante destacar que los ciclistas, a veces, pueden alcanzar valores de $VO_2\text{max}$ en el cicloergómetro superiores a los que alcanzan en carrera. En este estudio hemos observado que los parámetros de condición física aeróbica obtenidos en carrera, en las tres valoraciones realizadas, son superiores a los obtenidos sobre cicloergómetro.

En conclusión, este estudio ha comprobado la eficacia del

entrenamiento de carrera sobre el rendimiento en pruebas de duathlon, en sujetos no entrenados previamente, incrementando de igual modo la condición física aeróbica en carrera y en ciclismo. Esta alternativa de entrenamiento puede ser de gran utilidad cuando factores externos (lesiones, clima, etc.) impidan el entrenamiento combinado durante todo el proceso de entrenamiento. No obstante, son necesarias nuevas investigaciones sobre los efectos cruzados del entrenamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- **Hagberg J.M., Giese M.D., Schneider R.B.** (1978): «Comparision of three procedures for measuring VO_2 max in competitive cyclists.» *Eur J Appl Physiol*, **39**: 47-52.
- **Loy S.F., Hoffmann J.J., Holland G.J.** (1995): «Benefits and practical use of cross-training in sports». *Sports Med*, **19**: 1-8.
- **Matveyev L.P.** (1977): *Periodización del entrenamiento deportivo*. Madrid: Instituto Nacional del Educación Física.
- **McArdle W.D., Magel J.R.** (1970): «Physical work capacity and maximal oxygen uptake in treadmill and bicycle exercise». *Med Sci Sports*, **2**: 118-123.
- **McDougall D., Sale D.** (1981): «Continuous vs interval training: a review for the athlete and the coach». *Can J Appl Sport Sci*, **6**: 2 93-97.
- **Mikesell K.A., Dudley G.A.** (1984): «Influence of intense endurance training on aerobic power of competitive distance runners». *Med Sci Sports Exerc*. **16**: 371-75.
- **Mutton D.L., Loy S.F., Rogers D.M., Holland G.J., Vincent W.J., Heng M.** (1993): «Effect of run vs combined cycle/run trainig on VO_2 max and running performance». *Med Sci Sports Exerc*, **25**: 1393-7.
- **Parnnier J.L., Vrijens J., Van Cauter C.** (1980): «Cardio-respiratory responses to treadmill and bicycle exercise in runners». *Eur J Appl Physiol*, **43**: 243-251.
- **Ramsbottom R. Williams C., Fleming N., Nute M.L.G.** (1989): «Training induced physiological and metabolic changes associated with improvements in running performance». *Br J Sports Med*, **23**: 171-175.
- **Town Glenn P., Kearney T.** (1994): *Swim, bike, run*. Indianapolis: Human Kinetics Publishers.
- **Withers R.T., Sherman M., Miller J.M., Costill D.L.** (1981): «Specificity of the anaerobic theshold in endurance trained cyclists and runners». *Eur J Appl Physiol*, **47**: 93-104.

BIOGRAFÍA

Javier Chavarren Cabrero

Nació en Pamplona en 1965. Licenciado en Educación Física por el INEF de Madrid, entrenador nacional de Atletismo, Ciclismo y Triathlon. Después de dos años como profesor agregado de instituto, en 1991 fue contratado como profesor asociado a tiempo completo por la ULPGC. Actualmente es profesor interino de Escuela Universitaria del Departamento de Educación Física, impartiendo la asignatura de Preparación Física Específica en la FCAFD. Doctor en Educación Física en

Enero de 1996 con la tesis titulada "Efectos del entrenamiento de carrera y ciclismo sobre la condición física en sujetos activos".

Dirección:

Departamento de Educación Física
Edificio de Educación Física
Campus Universitario de Tafira
35017- Las Palmas de Gran Canaria
Teléfono: 45 88 66

Este trabajo ha sido patrocinado por el
COLEGIO DE FARMACÉUTICOS DE LAS PALMAS