

INFLUENCIA DE LA ALTITUD EN LOS VALORES DE FRECUENCIA CARDIACA OBTENIDOS EN LA ASCENSIÓN A LOS PUERTOS DE MONTAÑA

¹Rodríguez-Marroyo, J.A., ¹García-López, ¹Avila Ordas, C., ²Jiménez, F., ³Cordova, A., ¹Villa Vicente, G.

¹Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de Castilla y León. ²Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de Castilla la Mancha. ³Escuela Universitaria de Fisioterapia, Soria.

INTRODUCCIÓN

El ciclismo en ruta ha sido considerado un deporte típico de resistencia aeróbica (4, 5, 18) por el gran volumen de kilómetros recorridos y la duración de sus pruebas (8, 15). Si consideramos el tiempo total de una vuelta por etapas se puede considerar que el ciclismo es un deporte de resistencia extrema o ultraresistencia (8, 15).

El esfuerzo realizado por los ciclistas va a estar influenciado por el tipo de etapa, de esta forma ha de realizar esfuerzos individuales en posturas aerodinámicas en las etapas contrareloj y ha de superar accidentes orográficos (puertos de montaña) en las etapas en línea. Las acciones tácticas van a tener su influencia en la intensidad adoptada en ciertos momentos de carrera, haciendo más predominante un sistema energético u otro, y van a ser determinantes en el desenlace de la carrera. (5, 17). Estas acciones se pueden dividir por un lado en esfuerzos explosivos, rápidos de gran intensidad que buscan sorprender a los contrarios (sprints, demarrajés, arrancadas,...), clasificadas como acciones de resistencia de corta duración (menores a 2min de duración); y, por otro lado, en esfuerzos más sostenidos en el tiempo, más constantes, más de conjunto, pero también de alta intensidad (tirar a por una escapada, preparar un sprint, abrir hueco en una escapada, subir un puerto, contrareloj individual o por equipos,...), éstas se clasifican como acciones de resistencia de media, larga o muy larga duración I y II (de 2 a 10min., de 10 a 35min. y de 35-a 90min, respectivamente) (22).

Los estudios basados en la monitorización del esfuerzo del ciclista en la propia competición se basan en el uso de pulsómetros, fiables y precisos (10, 13). La relación lineal demostrada entre el consumo de oxígeno y la frecuencia cardiaca hasta intensidades altas (1), ha permitido la utilización de la FC para determinar y controlar la intensidad de esfuerzo en entrenamientos y en competición (2, 9, 10, 17).

Utilizando esta metodología se ha observado que el rendimiento del ciclista en una vuelta por etapas va a estar condicionado por su habilidad para rendir fundamentalmente en dos disciplinas, las contrarelojes y la escaladas (19). Estas últimas suelen ser muy variados. La categoría y la situación geográfica van a influir en las altitudes y en los porcentajes de las pendientes que deben salvar los ciclistas para ascender los puertos. Por ello el objetivo de este trabajo ha sido determinar si la intensidad con que el ciclista afronta la ascensión a los diferentes puertos de montaña que se presentan a lo largo de

una vuelta ciclista por etapas como la Vuelta a España va estar influenciada por la altitud y los porcentajes de pendientes de los puertos ascendidos.

MATERIAL Y MÉTODO

Sujetos

Los sujetos que realizaron este estudio fueron 18 ciclistas profesionales del Equipo Ciclista Colchones Relax-Fuenlabrada, que compitieron en la Vuelta a España de 1999 y 2000. Todos estaban en perfecto estado de salud, como pusieron de manifiesto las pruebas de esfuerzo realizadas antes del comienzo de las vueltas (Tabla 1).

Pruebas de laboratorio

Una semana antes del comienzo de las Vueltas a España los ciclistas fueron sometidos a una prueba de esfuerzo máxima, en un ciclo simulador (Cateye CS-1000, Cateye CO. LTD. Japan) sobre el que se fijaba la bicicleta del ciclista. El test se iniciaba a una velocidad de 32 km h⁻¹ y se incrementaba en un km h⁻¹ cada minuto hasta que el ciclista no era capaz de mantener la velocidad fijada. Se monitorizó la respuesta cardiaca (Polar Xtrainer Plus, Polar Electro Oy, Finland) y análisis de gases, respiración a respiración, durante todo el esfuerzo (Medical Graphics System CPX-Plus de Medical Graphics Corporation, St. Paul, Minnesota, EE.UU). Posteriormente, al finalizar la prueba se identificaron los umbrales ventilatorios (6).

Pruebas de campo

Para intentar ver la influencia que pudiera tener la altitud en la deriva de la frecuencia cardiaca, se analizaron diferentes puertos de montaña (n=27) de similares características en cuanto a situación en el recorrido de la etapa y en cuanto a altitud máxima alcanzada. De este modo se han analizado puertos de montaña de altitudes máximas en torno a 1000, 1500 y 2000 metros. Además se dividió cada uno de los puertos en tres tramos, para analizar la evolución del esfuerzo a lo largo de un mismo puerto.

Los ciclistas grabaron los registros de frecuencia cardiaca durante todas las etapas que conformaban las vueltas, con una frecuencia de 5 segundos (Polar Xtrainer Plus, Polar Electro Oy, Finland), posteriormente, a través de un software específico (Training Advisor SW for Windows[®], Polar Electro Oy, Finland) se analizaron los datos de frecuencia cardiaca de las zonas deseadas.

Se establecieron tres tipos de intensidades en función de la frecuencia cardiaca a la que aparecían los umbrales ventilatorios (9, 10), una por debajo del VT1 (Z1, zona aeróbica o zona de regeneración), otra entre el VT1 y VT2 (Z2, zona de transición aeróbica-anaeróbica) y una tercera por encima del VT2 (Z3 o zona anaeróbica).

Análisis estadístico

Los resultados se expresan como media \pm error estándar de la media (EEM). Para determinar las diferencias existentes entre los parámetros analizados se realizó un análisis de la varianza utilizándose el test de Newman-Keuls para establecer las diferencias significativas entre medias. Las relaciones entre variables se realizaron aplicando el coeficiente de correlación de Pearson. Valores para $p < 0.05$ fueron considerados estadísticamente significativos. Para este análisis se usó el software SPSS+ vers.4.0 statistical software (Chicago, IL).

RESULTADOS

Pruebas de laboratorio

Los resultados de las pruebas de esfuerzo y antropométricas realizadas antes de las vueltas a España se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Características antropométricas, morfofuncionales y ergoespirométricas medias de los sujetos antes de la Vuelta a España de 1999 y 2000.

	Media\pmEEM
Grasa corporal (%)	7,5 \pm 0.7
VO ₂ máx (ml· kg ⁻¹ · min ⁻¹)	79 \pm 1.7
FC VT2 (ppm)	168 \pm 1.4
VO ₂ VT2 (ml· kg ⁻¹ · min ⁻¹)	64 \pm 2.8
FC VT1 (ppm)	138,5 \pm 0.7
VO ₂ VT1 (ml· kg ⁻¹ · min ⁻¹)	52,8 \pm 2.1

VT2, umbral anaeróbico; VT1, umbral aeróbico.

Vueltas a España 1999 y 2000

En la Vuelta a España de 1999, se recorrió en aproximadamente unas 94 horas, a una velocidad media de 39.25 \pm 0.39 km h⁻¹. La Vuelta Ciclista a España de 2000, se completó en 76 horas, realizando una media de 38.9 \pm 0.34 km· h⁻¹. La clasificación de los puertos de montaña en diferentes categorías: Especial (PME), 1^a (PM1^a), 2^a (PM2^a) y 3^a (PM3^a), corresponde a la establecida por la organización de la Vuelta y la U.C.I. en el libro de ruta de la correspondiente prueba internacional. Estas categorías son determinadas en relación directa a la longitud y porcentaje medio de las pendientes de los puertos de montaña. En la Tabla 2 se muestran las características de las vueltas analizadas.

Tabla 2. Características de la Vuelta a España de 1999 y 2000.

	Vuelta España 1999	Vuelta España 2000
Nº etapas	22	21
Días descanso	1	2
Km totales	3591±2	2885±1
Km contrareloj	98	89
Km subida	391	306
% Km subida	10.8±1	10.6±1
Km PME	69	43
Km PM1 ^a	124±1	93±1
Km PM2 ^a	94±1	77±1
Km PM3 ^a	103	92

% Km subida, porcentaje que suponen los Km de subida respecto al total. Valores expresados como media±EEM.

Altitud e intensidad de esfuerzo

En la tabla 3 se muestran los resultados de las variables analizadas para cada altitud. Podemos observar como es en los puertos de 1000 m de altitud es donde se alcanzan valores significativamente mayores ($p < 0.05$) en la FCmax (172±2 ppm), FCm (163±2 ppm) y porcentaje de trabajo por encima del umbral anaeróbico (33±6%) que en los puertos con altitudes de 1500 y 2000 metros. Por contra son estos últimos puertos los que muestran diferencias significativas ($p < 0.05$) en el porcentaje de trabajo en Z2 (80±4 y 72±4% en puertos de 1500 y 2000 metros respectivamente) y Z1 (8±2 y 9±1% en puertos de 1500 y 2000 metros, respectivamente). Encontrándose únicamente relaciones entre la altitud de los puertos con el porcentaje de pendiente media ($r = -0.5$, $p < 0.005$) y el tiempo de ascensión ($r = 0.5$, $p < 0.005$). No se ha hallado ningún tipo de correlación entre el porcentaje medio de pendiente y el porcentaje máximo de pendiente del puerto y las variables analizadas para los puertos de 1000, 1500 y 2000 metros.

Tabla 3. Parámetros evaluados durante la ascensión a los puertos con altitudes sobre los 2000, 1500 y 1000 metros.

	2000 m.	1500 m.	1000 m.
Altitud máxima (m)	1961±23 ⁺	1590±7	1007±30
Pendiente máxima (%)	9 [*]	16±1 ⁺	10
Pendiente media (%)	5 ⁺	8 ⁺	7
Tiempo de ascensión (min)	44±1.5 ⁺	39±2.4 ⁺	29±1.5
Velocidad (km· h ⁻¹)	20.6±0.4 ⁺	17.2±0.8	17.8±0.7
FCmáx (ppm)	169±1 ⁺	166±1 ⁺	172±2
FCm (ppm)	157±1 ⁺	155±2 ⁺	163±2
Porcentaje de tiempo en Z1	9±1 ⁺	8±1 ⁺	1±1
Porcentaje de tiempo en Z2	72±3 ⁺	80±4 ⁺	63±6
Porcentaje de tiempo en Z3	18±4 ⁺	12±4 ⁺	34±6

Valores expresados como media±EEM. ^{*}, diferencias significativas con 1500 m., ($p < 0.05$); ⁺, diferencias significativas con 1000 m., ($p < 0.05$).

Para ver el comportamiento de la frecuencia cardiaca a la hora de ascender un mismo puerto hemos dividido los puertos de 1000, 1500 y 2000 metros en 3

tramos de ascensión diferentes, el primero coincidiría con la zona inicial del puerto (Tramo1) el segundo coincidiría con la parte central del puerto (Tramo2) y el último tramo sería el tramo final del puerto (Tramo3). Como se puede ver en la Tabla 4 no se han hallado diferencias significativas en la FCmax y FCm en los diferentes tramos en los que se dividió a los puertos de 1000, 1500 y 2000 metros. Tampoco se ha observado ningún tipo de comportamiento diferente en Z1, Z2 y Z3 al inicio, en la parte central y en la parte final de los diferentes puertos analizados que haga pensar que a medida que ascendemos en altura la intensidad del ejercicio va a ser mayor (Tabla4).

Tabla 4. Características de los diferentes tramos analizados en los puertos de 2000m, 1500m y 1000m.

	2000 metros			1500 metros			1000 metros		
	Tramo 1	Tramo 2	Tramo3	Tramo 1	Tramo 2	Tramo3	Tramo 1	Tramo 2	Tramo3
Altitud	1418±32 ⁺	1715±23 ⁺	1961±23	1045±61 ⁺	1311±33 ⁺	1590±7	554±20 ⁺	788±25 ⁺	1007±30
% Máx	7±1 ⁺	7 ⁺	6	8 ⁺	9 ⁺	14±1	8 ⁺	9	8
% Medio	6 ⁺	7 ⁺	5	7 ⁺	6 ⁺	8	6 ⁺	7	7
Velocidad	20.3±0.9 ⁺	18.1±0.5 ⁺	20.3±1	18.3±1 ⁺	18.1±1.4 ⁺	15.7±1.3	20.4±0.7 ⁺	18.6±0.8	17.5±1.2
FCmax	167±1 ⁺	166±1	166±1	162±1	163±2	164±1	170±2	169±2	169±1
FCm	160±1	160±1	160±1	155±2	155±2	156±2	163±2	163±2	164±2
%Z1	2±1	3±1	2±1	3±1 ⁺	11±3	5±2	2±1	1±1	0
%Z2	69±5	67±6	79±5	84±5	76±5	77±6	60±6 ⁺	64±6	67±6
%Z3	28±6	30±6 ⁺	19±5	12±5	13±5	18±6	38±6	35±6	33±6

Valores expresados como media±EEM. ⁺, diferencias significativas con 2º tramo, (p<0.05); ⁺, diferencias significativas con el 3º tramo, (p<0.05).

DISCUSIÓN

Las características de los ciclistas analizados, su bajo porcentaje graso, su alto VO_{2max} así como los elevados umbrales ventilatorios identificados se corresponden a ciclistas de élite perfectamente entrenados para este tipo de esfuerzos, y son resultados similares a los ya publicados de ciclistas profesionales (8, 15, 16, 19).

Tradicionalmente se ha medido la intensidad del esfuerzo en ciclismo atendiendo a la velocidad de desplazamiento y a los cambios en la altitud, se ha demostrado que estos parámetros no son indicadores válidos para determinarla (11) ya que depende de numerosos factores como los medioambientales, y las características fisiológicas y antropométricas (19, 20). Por consiguiente, ha sido un gran hallazgo para la teoría del entrenamiento el poder monitorizar un parámetro como la frecuencia cardiaca de manera no invasiva y cómoda para el deportista (3, 9, 11), y así poder analizar el nivel de esfuerzo que supone para el deportista el entrenamiento o la competición. De este modo sabiendo y teniendo como referencia la información que nos brindan los umbrales tanto aeróbico como anaeróbico, se pueden dividir 3 zonas de trabajo delimitadas por dichos umbrales (9, 10, 11, 12). Estaríamos hablando de una zona de alta intensidad cuando el ciclista permanece por encima del umbral anaeróbico (9, 10), otra zona de intensidad moderada cuando el ciclista rueda entre los umbrales aeróbico y anaeróbico (9, 10) y una tercera zona de recuperación que estaría situada por debajo del umbral aeróbico (9, 10).

Teniendo en cuenta la metodología anterior, estudios precedentes han observado que en las partes más trascendentes y relevantes de la carrera

(puertos de montaña, escapadas, o etapas contrareloj) los ciclistas que tuvieron un buen rendimiento pudieron mantener un nivel de ejercicio en o alrededor del VT2, durante un periodo largo de tiempo (8, 15). En este se ha indicado que la dureza de las etapas de montaña sobre las etapas llanas pudiera ser debida a un mayor tiempo de permanencia entre intensidades del 70-90% del VO_{2max} (8); es decir, intensidades en la zona de transición o Z2.

El rendimiento del ciclista en la competición durante una gran vuelta por etapas parece que viene determinado por la intensidad del esfuerzo que es capaz de desarrollar en las etapas contrareloj y en los puertos de montaña, (7, 8, 15, 19), ya que es en estas etapas donde más diferencias de tiempo se establecen entre los ciclistas. Ahora bien, el tiempo de esfuerzo durante el cual afrontan este tipo de eventos representa no más del 14% del tiempo total de duración de la vuelta (2,7% en contrareloj y 10,7% ascendiendo puertos de montaña) (Tabla 2).

Si bien las características fisiológicas de los ciclistas de carretera profesionales les cualifican para afrontar amplios rangos de niveles de competición, los que realmente son la élite del ciclismo profesional por ser los que disputan la victoria en las grandes vueltas de 3 semanas son los que mayor intensidad de esfuerzo pueden realizar y mantener en puertos de montaña y en las contrareloj, incluyéndose tanto ciclistas con morfología de escalador o de contrarelojista (19). El mayor tiempo a mayores intensidades de esfuerzo en esos periodos o etapas críticas de la vuelta podría estar relacionado entre otros factores con una posible mejor capacidad anaeróbica y de recuperación lo cual podría limitar su rendimiento (8). Esto nos orienta en el aspecto determinante a entrenar a pesar de ser un esfuerzo predominantemente aeróbico, ya que cuando se realizan entrenamientos interválicos de alta intensidad se obtienen mejoras en la capacidad anaeróbica, en la capacidad tampón y en el rendimiento deportivo en 40 kms contrareloj (14) por un mayor reclutamiento de fibras FT que son las determinantes en la actuación y mantenimiento de la contribución energética tanto en puertos de montaña y etapas contrareloj (15).

El utilizar la frecuencia cardiaca como indicador de intensidad de esfuerzo pudiera conllevar una sobrestimación o infraestimación del mismo ligado a los factores que la afectan como temperatura, hidratación, deplección de glucógeno, altitud. Fernández y cols. (2000) manifiestan que el hecho de que los ciclistas están adiestrados en mantener un nivel adecuado de hidratación y reducir la hipertermia del esfuerzo y la deplección de glucógeno, conjuntamente con el hecho de utilizarse una gran muestra integrada por todos los puertos de montaña de 2 grandes vueltas ciclistas de 3 semanas de duración, minimiza claramente el error en su uso como indicador de esfuerzo.

No obstante también se pudiera pensar que otros factores como la altitud y el porcentaje de pendiente de las rampas de los puertos pudieran tener una gran influencia en la dinámica y comportamiento de la frecuencia cardiaca y por lo tanto limitar nuestros resultados. Para Wolski y cols. (1996) (21), un primer ajuste ante una situación de hipoxia es la hiperventilación compensada con un aumento del gasto cardiaco debido a elevación de la frecuencia cardiaca, por lo que los puertos de montaña de mayor altitud podrían implicar mayores

frecuencias cardiacas. Para determinar esta influencia se han estudiado los PME y PM1^o situados en el último tercio de carrera y que finalizaban a diferentes altitudes (2000, 1500 y 1000 metros). Como se observa en la Tabla 3 son los puertos de altitudes cercanas a 1000m los que presentan frecuencias cardiacas máximas y medias de ascensión significativamente mayores con respecto a las otras 2 altitudes analizadas (1500 y 2000 meters), y siendo también los que presentan mayores porcentajes de trabajo en la zona situada por encima del umbral anaeróbico. Tampoco hemos observado ningún tipo de relación entre la altitud del puerto y las frecuencias cardiacas alcanzadas en éstos, ni con los porcentajes de trabajo analizados. Por ello pensamos que durante la ascensión a los puertos de montaña la altitud hasta cotas de 2300m no parece ser determinante en la deriva de la frecuencia cardiaca que se podría esperar al aumentar la altitud de los puertos (8), siendo las cualidades fisiológicas del ciclista y las estrategias de carrera los factores que más influencia tienen en la intensidad de esfuerzo (19).

Por otro lado, también hemos observado que los puertos de montaña con mayores pendientes no son los que se ascienden a frecuencias cardiacas más elevadas, ya que son los puertos de 1500m donde se presentan mayores porcentajes tanto en pendiente media como en pendiente máxima. De hecho no hemos obtenido ningún tipo de correlación entre estos porcentajes de pendiente y la frecuencia cardiaca, ni con los porcentajes de trabajo en las distintas zonas analizadas. Sin embargo si hemos observado correlaciones entre la velocidad de ascensión y los porcentaje de pendiente del puerto de montaña, tanto máxima como media ($r=-0.61$ y $r=-0.64$, respectivamente), por lo que parece ser que el ciclista determina la intensidad con que afronta la ascensión a los diferentes puertos de montaña modulando la velocidad de desplazamiento en función de la pendiente que afronta o de la dinámica de carrera, atendiendo a una frecuencia cardiaca mantenida de referencia próxima a una intensidad esfuerzo correspondiente al umbral anaeróbico. Estos resultados, conjuntamente con la posibilidad de conocer la intensidad de esfuerzo midiendo la potencia desarrollada durante la ascensión (11), pueden permitir optimizar entrenamientos para mejorar en estas fases críticas de la carrera.

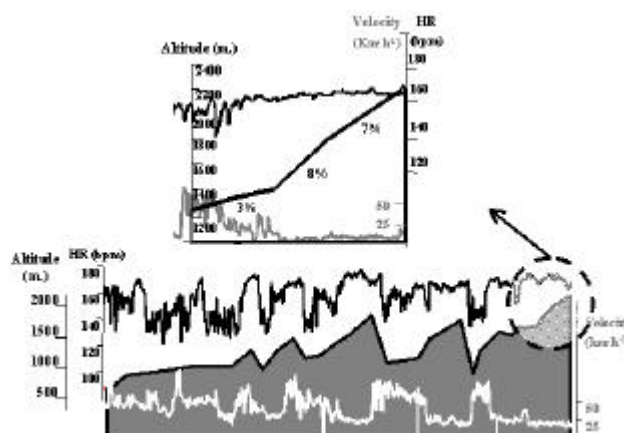


Figura 1 Evolución de la frecuencia cardiaca durante la ascensión a un puerto de categoría especial de 2230metros(Ordino-Arcalis).

Con el objeto de valorar la posible influencia de la altitud a la hora de afrontar el ascenso a un mismo puerto de montaña de categoría especial y categoría 1ª, con inicio y finalización a distintas alturas (1000, 1500 y 2000 metros), se han analizado los tramos correspondientes al primer, segundo y tercer tercio de ascensión, no habiéndose observado ningún tipo de diferencia en el comportamiento de la frecuencia cardiaca ni en los porcentajes de trabajo (Tabla 4). Ello parece ratificar que, a pesar de las diferentes altitudes que componen los diferentes tramos, la frecuencia cardiaca de esfuerzo, no parece influenciarse por ella ni por otros factores como deshidratación o nutricionales (8), de forma que los ciclistas ascienden los puertos a un ritmo constante y homogéneo a lo largo de todo el puerto como se puede observar en la Figura 1, y que este ritmo va a estar marcado por el devenir de la carrera (15). En este sentido, tampoco hemos observado en los diferentes tramos de ascensión diferencias entre el porcentaje de pendiente, tanto máximo como medio, con las frecuencias cardiacas media y máxima, ni con los porcentajes de trabajo realizado; pero si hemos obtenido una correlación significativa entre las pendientes máxima y media y la velocidad de ascenso en los diferentes tramos ($r=0.67$ y $r=0.64$, respectivamente).

En conclusión consideramos que la intensidad con que los ciclistas afrontan la ascensión a los puertos de montaña no se ve influenciada por la altitud ni por el porcentaje de pendiente del puerto, subiéndose a un ritmo constante y homogéneo. Estos datos reflejan la importancia del entrenamiento de transición aeróbica-anaeróbica para el rendimiento en el ciclismo de competición y más concretamente para rendir con éxito en los puertos de montaña.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASTRAND, P.O., K. RODAHL. *Textbook of work physiology*. New York: MacGraw-Hill, 1986, pp. 399-400.
2. BABEAU, P., O. SERRESSE, and M.R. BOULAY. Using maximal and submaximal aerobic variables to monitor elite cyclists during a season. *Med. Sci. Sports Exerc.* 5:1062-1069, 1993.
3. BOULAY, M.R.; J. SIMONEAU, G. LORTIE, and C. BOUCHARD. Monitoring high-intensity endurance exercise with heart rate and thresholds. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29:125-132, 1997.
4. COYLE, E.F., A.R. COGGAN, M.K. HOPPER, and T.J. WALTERS. Determinants of endurance in well-trained cyclists. *J. Appl. Physiol.* 64:2622-2630, 1988.
5. CRAIG, N.P., K.I. NORTON, P.C. BOURDON, S.M. WOOLFORD, T. STANEF, B. SQUIRES, T.S. OLDS, R.A. CONYERS, and C.B. WALSH. Aerobic and anaerobic indices contributing to track endurance cycling performance. *Eur. J. Appl. Physiol.* 67:150-158, 1993.
6. DAVIS, J.A. Anaerobic threshold: a review of the concept and directions for future research. *Med. Sci. Sports Exerc.* 17:6-18, 1985.
7. DAVISON, R.C., D. SWAN, D. COLEMAN, and S. BIRD. Correlates of simulated hill climb cycling performance. *J. Sports Sci.* 18:105-110, 2000.

8. FERNÁNDEZ, B., J. PÉREZ, M. RODRÍGUEZ, and N. TERRADOS. Intensity of exercise during road race pro-cycling competition. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32:1002-1006, 2000.
9. GILMAN, M. The use of heart rate to monitor the intensity of endurance training. *Sports Med.* 21:73-79, 1996.
10. GILMAN, M.B., and C.L. WELLS. The use of heart rates to monitor exercise intensity in relation to metabolic variables. *Int. J. Sports Med.* 14:339-344, 1993.
11. JEUKENDRUP, A., and A. VAN DIEMEN. Heart rate monitoring during training and competition in cyclists. *J. Sports Sci.* 16:91-99, 1998.
12. KENNY, G.P., F.D. REARDON, A. MARION, and J.S. THODEN. A comparative analysis of physiological responses at submaximal workloads during different laboratory simulations of field cycling. *Eur. J. Appl. Physiol.* 71:409-415, 1995.
13. LEGER, L., and M. THIVIERGE. Heart rate monitors: Validity, stability, and functionality. *Physician Sportmed.* 16:143-151, 1988.
14. LINDSAY, F. H., J.A. HAWLEY, K.H. MYBURGH, H.H. SCHOMER, T.D. NOAKES, and S.C. DENNIS Improved athletic performance in highly trained cyclists after interval training. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28:1427-1434, 1996.
15. LUCÍA, A., J. HOYOS, A. CARVAJAL, and J.L. CHICHARRO. Heart rate response to professional road cycling: the Tour de France. *Int. J. Sports Med.* 20:167-172, 1999.
16. LUCÍA, A., J. PARDO, J. HOYOS, and J.L. CHICHARRO. Physiological differences between Professional and elite road cyclists. *Int. J. Sports Med.* 19:342-348, 1998.
17. MALHOTRA, M.S., S.K. VERMA, R.K. GUPTA, and G.L. KHANNA. Physiological basis for selection of competitive road cyclists. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 24:49-57, 1984.
18. OLDS, T.S., E.L. NORTON, E.L. LOWE, S. OLIVE, F. REAY, and S. LY. Modeling road cycling performance. *J. Appl. Physiol.* 78:1596-1611, 1995.
19. PADILLA, S., I., MÚJICA, G. CUESTA, and J.J. GOIRIENA. Level ground and uphill cycling ability in professional road cycling. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31:878-885, 1999.
20. SWAIN, D.P., J.R. COAST, P.S. CLIFFORD, M.C. MILLIKEN, and J. STRAY-GUNDERSEN. Influence of body size on oxygen consumption during bicycling. *J. Appl. Physiol.* 62:668-672, 1987.
21. WOLSKI, L.A., D.C. MCKENZIE, and H.A. WENGER. Altitude training for improvements in sea level performance. Is there scientific evidence of benefit?. *Sports Med.* 22:251-263, 1996.
22. ZINTL. *Fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento de la resistencia.* Barcelona: Martinez Roca, 1991, pp. 88-105.