



Alacid, F.; Vaquero, R.; López-Miñarro, P.A. (2010). Cicle frequency and wash riding on 5000 m competition in female kayakers. *Journal of Sport and Health Research*, 2(3): 277-286

Original

FRECUENCIA DE CICLO Y NAVEGACIÓN EN LA ESTELA EN MUJERES KAYAKISTAS EN COMPETICIÓN SOBRE 5000 M

CYCLE FREQUENCY AND WASH RIDING ON 5000 M COMPETITION IN FEMALE KAYAKERS

Alacid, F.¹; Vaquero, R.²; López-Miñarro, P.A.³

¹*Faculty of Sports Sciences. University of Murcia. Spain*

²*Department of Physical Education and Sport. University of Murcia. Spain*

³*Faculty of Education. University of Murcia. Spain*

Correspondence to:
Fernando Alacid Cárceles
Faculty of Sports Sciences. University of Murcia.
C/Argentina, s/n.
30720. Santiago de la Ribera. Murcia. Spain.
Tel. (+34) 868 88 86 53
Email: fernando.alacid@um.es

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
Martos (Spain)*



Received: 11-03-2010
Accepted: 07-06-2010



RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar la evolución de la frecuencia de ciclo y la navegación en estela en una competición sobre 5000 m, realizada por 75 mujeres kayakistas (40 juveniles y 35 seniors). Las variables analizadas se obtuvieron de la grabación de un tramo del recorrido cercano a la salida, meta y pasos intermedios del circuito de competición. La frecuencia de ciclo se caracterizó por alcanzar sus valores máximos en la salida, seguida de un descenso de ésta en el desarrollo de la prueba y un incremento final en la llegada a meta. El paleo en estela estuvo presente en el transcurso de la prueba pero no en la salida ni en la llegada a meta. Así, en el paso por el 3000 m el 52% de la muestra usaba esta técnica, mientras en el paso por el 4000 m fue el 40%. Además, se encontraron frecuencias de ciclo significativamente superiores en aquellas palistas que navegaban en la estela de otra embarcación en el paso por el 3000 m. La formación utilizada para navegar a la estela fue la ola lateral, mientras que no se registraron casos de navegación en V.

Palabras clave: frecuencia de paleo, kayak, piragüismo.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the evolution of the cycle frequency and the use of the wash riding technique during a 5000-m competition in 75 female kayakers (40 junior and 35 senior). The analyzed variables were obtained from the recording of a section of the race near the start, the end and the intermediate stages of the competition circuit. The highest values of the cycle frequency were at the start. After that, this variable decreased during the race, but finally it increased near the finish. The wash riding technique was non-existent at the beginning and at the end of the competition, having this variable a major presence in the development of the contest. This technique was used by the 52% of the paddlers at 3000 m and the 40% at 4000 m. In addition, cycle frequency was higher in those paddlers that used the wash riding technique at 3000 m. The wash riding position used in competition was the lateral one meanwhile the navigation in the V was not used by any paddler.

Key words: stroke rate, kayak, canoeing.



INTRODUCCIÓN

El piragüismo es un deporte que abarca una gran multitud de especialidades, clasificadas principalmente por el tipo de aguas en el que se desarrollan: en ríos de diferente dificultad, donde el nivel técnico del palista es el principal factor determinante; en el mar, con el objetivo de realizar largas travesías; en piscinas o espacios reducidos, donde se desarrollan partidos de kayak-polo; y en aguas tranquilas, desarrollando carreras en línea, donde el nivel técnico, así como la fuerza y resistencia de los palistas son determinantes para obtener altos niveles de rendimiento.

En aguas tranquilas, embarcaciones individuales, dobles y cuádruples, recorren las diferentes distancias de competición en el menor tiempo posible. En esta especialidad se pueden diferenciar dos grandes grupos: carreras de velocidad en línea en las que las calles están limitadas por boyas y se compite sobre distancias de hasta 1000 m; y pruebas de fondo en línea, donde los palistas pueden navegar libremente por el campo de regatas, es decir, no hay calles limitadas por boyas y para completar el recorrido hay que tomar una o varias ciabogas, es decir, hay que dar varias vueltas a un circuito.

Hasta el momento, se han analizado la evolución de la velocidad, frecuencia y longitud de ciclo en carreras de velocidad en línea en palistas infantiles mediante la grabación lateral de la distancia completa sobre 200 y 500 m (Alacid *et al.*, 2005; 2008) o colocando cámaras fijas a lo largo de la distancia de 1000 m (Alacid, López-Miñarro y Vaquero, en prensa). Mediante el uso de frecuencímetros manuales, se ha descrito el comportamiento de la velocidad utilizando diferentes distribuciones del esfuerzo sobre un test máximo de dos minutos en kayak-ergómetro (Bishop, Bonetti y Dawson, 2002) y comparado la frecuencia de paleo en agua y en kayak-ergómetro (Barnes y Adams, 1998; Van Someren y Oliver, 2002). Sin embargo, no conocemos trabajos que analicen las

variables cinemáticas de las carreras de fondo en línea.

En las pruebas de distancias superiores a los 1000 m, la posibilidad de palear libremente por el campo de regatas permite que los palistas puedan utilizar la estela dejada por otros competidores como un sistema de ayuda similar al utilizado en ciclismo al ir a rueda.

Dentro de la navegación en estela se pueden presentar dos formaciones claramente diferenciadas (Sánchez y Magaz, 1993; Perez-Landaluce *et al.*, 1997; 1998):

- a. Ola lateral (derecha o izquierda): El palista debe colocar su proa a la altura del asiento de la embarcación que le precede a una distancia de 1 a 1,5 m (figura 1).
- b. En uve (V): Una embarcación navega en V cuando se sitúa detrás de la popa de la piragua que abre la formación y al mismo tiempo aprovecha la estela de otras dos embarcaciones que navegan a la ola lateral de la primera embarcación (en la figura 1 se colocaría justo detrás del kayak de color negro).



Figura 1. Posición de los palistas en la navegación en la estela a ola lateral derecha e izquierda.

Algunos efectos adicionales de esta técnica sobre la embarcación que navega en la estela son un ligero hundimiento de la proa, una sensación de menor esfuerzo en la palada y, si la estela se toma de una embarcación mucho más rápida, un incremento de la frecuencia de palada y de la velocidad por encima de las posibilidades objetivas de la embarcación. Además, el palista que navega en la estela debe controlar la dirección de su piragua, ya que



la ola tiende a aproximar su proa a la embarcación que le precede pudiendo provocar una colisión o estorbar al palista que se encuentra delante (Sánchez y Magaz, 1993).

La influencia de la navegación en la estela sobre diferentes variables fisiológicas ha sido analizada a velocidades equivalentes a las desarrolladas en pruebas de 10 km en palistas de elite. Gray *et al.* (1995) encontraron un descenso en la navegación en la estela respecto a la navegación libre del 11% y del 4% en el consumo de oxígeno y la frecuencia cardíaca, respectivamente. Por otro lado, varios estudios (Pérez-Landaluce *et al.*, 1997; 1998) también encontraron disminuciones de la concentración de lactato y la percepción subjetiva del esfuerzo en la navegación en la estela, cuantificando el ahorro energético en el 18% al utilizar la estela lateral y el 32% la estela en V.

Estos trabajos han evaluado la navegación en la estela en situaciones controladas de paleo, pero es también necesario evaluar el desarrollo de esta técnica en competición. Por todo ello, los objetivos de este trabajo fueron: 1) determinar la evolución de la frecuencia de paleo a lo largo de una prueba de 5000 m en mujeres de categoría senior y juvenil; 2) analizar la influencia de la navegación en la estela sobre la frecuencia de ciclo en las palistas que utilizaron esta técnica en el desarrollo de la prueba.

MATERIAL Y MÉTODOS

La muestra estuvo compuesta por 75 mujeres kayakistas, 40 de categoría juvenil (edad: 16-17 años) y 35 senior (edad: más de 18 años) participantes en el XL Campeonato de España de Invierno organizado por la Real Federación Española de Piragüismo del 21 al 22 de marzo de 2009 en el río Guadalquivir a su paso por Sevilla. Todas las palistas compitieron, en sus respectivas pruebas según su categoría,

sobre la distancia de 5000 m, mediante una vuelta a un circuito de 3000 m y dos a otro de 1000 m (figura 2).

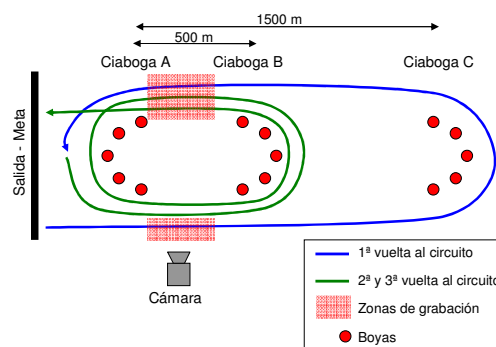


Figura 2: Recorrido realizado por las kayakistas en la prueba.

Se colocó una cámara JVC Everio MG-155 (Victor Company of Japan, Japón) a 100 m de la salida, con el fin de grabar a las palistas en la salida y en el paso de los 3000, 4000 y 5000 m. Se grabaron tres ciclos de paleo de cada una de las kayakistas a su paso por delante de la cámara en la salida y antes de llegar a la ciaboga A o al entrar a meta al final de la prueba (figura 2).

Las grabaciones fueron obtenidas a 30 fotogramas por segundo, analizándose posteriormente con el programa VirtualDub 1.8.8 by Avery Lee pasándose posteriormente los resultados a una hoja de cálculo Microsoft® Excel XP (Microsoft Corporation, EE.UU.).

La frecuencia de ciclo de cada una de las palistas grabadas se obtuvo calculando el tiempo transcurrido al completar tres ciclos de paleo. Para ello, se determinó el incremento de fotogramas tomando como fotograma inicial aquél en el se realizó el primer ataque por el lado de grabación, y como fotograma final el primer contacto de la pala con el agua tras completar los tres ciclos, y se obtuvo el tiempo tras dividir el resultado entre 30 (fotogramas por segundo). La frecuencia de ciclo se determinó al dividir los tres ciclos evaluados entre el tiempo empleado en realizarlos, expresándose los resultados en ciclos $\cdot s^{-1}$.



Antes del paso por el 3000, 4000 y 5000 m de la competición (100 m previos a la ciaboga) se analizó si las kayakistas que participaban en la prueba iban en la estela de la embarcación que tenían delante (ya fuera a la ola lateral o en V) o paleaban en solitario o liderando un grupo de palistas.

La obtención de los datos fue realizada por un único observador. Se calculó la fiabilidad intraobservador mediante el coeficiente de correlación intraclase tras realizar un test-retest, arrojando un valor de 0,99. La incertidumbre o error en la medida al digitalizar a 30 imágenes por segundo quedó establecida en 0,033 segundos, mientras que, el error relativo porcentual se determinó dividiendo 0,033 entre el tramo de menor tiempo registrado y multiplicando el resultado por 100, obteniéndose valores máximos del 0,97%.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete informático SPSS 15,0, realizando en primer lugar la prueba de Kolmogorov-Smirnov con objetivo de verificar la normalidad de las variables y, posteriormente, un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas de un factor. Si se encontraban diferencias significativas para el efecto principal del ANOVA se procedió a realizar un análisis *post hoc* de Bonferroni para determinar las diferencias entre la frecuencia de ciclo a lo largo de los cuatro momentos estudiados. Para determinar las diferencias entre las condiciones de palear en la estela o sin su influencia se aplicó una prueba *t* de Student para muestras independientes. El nivel de significación se estableció en un valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

La figura 3 muestra la evolución de la frecuencia de ciclo a lo largo de la competición sobre 5000 m en mujeres de categoría senior y juvenil. No se encontraron diferencias significativas entre ambas categorías, aunque se puede observar

una mayor frecuencia de ciclo en las mujeres senior a lo largo de toda la prueba excepto en la salida, donde los valores más altos fueron alcanzados por las juveniles.

Puesto que no se encontraron diferencias significativas en la frecuencia de ciclo de las palistas de categoría juvenil y senior, los datos se analizaron en conjunto. Se encontraron diferencias significativas entre la frecuencia de ciclo en la salida ($0,89 \pm 0,10$ ciclos \cdot s⁻¹) y el resto de momentos de valoración de la variable ($p < 0,001$). No se encontraron diferencias entre las frecuencias de ciclo al paso por el 3000 ($0,73 \pm 0,06$ ciclos \cdot s⁻¹) y 4000 m ($0,72 \pm 0,06$ ciclos \cdot s⁻¹), mientras que se produjo un incremento significativo al final de la prueba ($0,98 \pm 0,09$ ciclos \cdot s⁻¹) ($p < 0,001$).

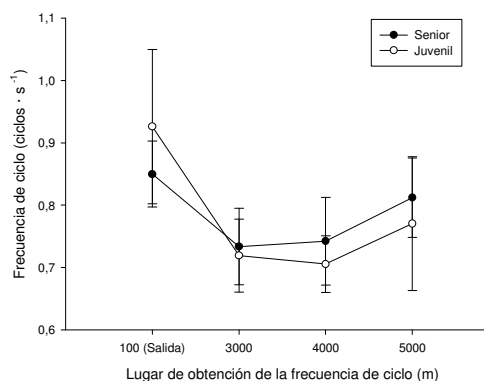
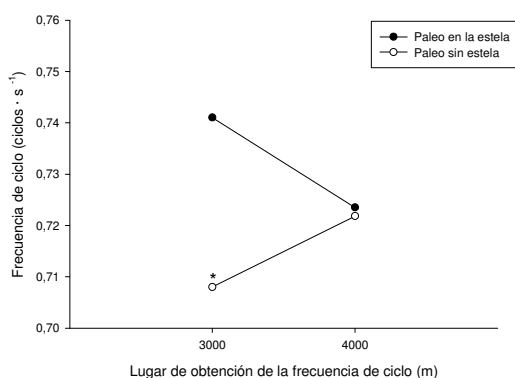


Figura 3. Evolución de la frecuencia de ciclo en competición sobre 5000 m.

Del total de palistas, 39 navegaban en la estela tomando la ola lateral de otras participantes a su paso por los 3000 m (52%), mientras que fueron 30 las que lo hicieron mil metros después (40%). No se encontraron palistas que navegaran en la estela en V en el desarrollo de la prueba. Las palistas que iban en la estela de otra embarcación llevaron una frecuencia de ciclo significativamente superior a las que navegaban sin ayudarse de esta técnica al completarse los primeros 3000 m ($p < 0,05$), mientras que no se encontraron diferencias entre ambas circunstancias al pasar por la distancia de 4000 m (figura 4).



* $p < 0,05$.

Figura 4. Frecuencia de ciclo al palear en la estela o fuera de ella.

DISCUSIÓN

El principal objetivo de este estudio fue determinar la evolución de la frecuencia de ciclo a lo largo de una competición sobre 5000 m en mujeres kayakistas, así como la influencia del uso o no de navegación en la estela de las competidoras en la frecuencia de ciclo. El principal hallazgo de este trabajo es la identificación de altas frecuencias de paleo en la salida y antes de llegar a meta, mientras que esta variable permanece estable a lo largo del desarrollo de la prueba. Respecto a la navegación en la estela, destaca la mayor frecuencia de ciclo de las palistas que utilizaron esta técnica justo antes de completar los primeros 3000 m de competición.

Los valores más altos de la frecuencia de ciclo se obtuvieron en la salida, momento en el cual las palistas pretendían obtener una buena posición y evitar zonas de excesivo oleaje. El paso por los 3000 y 4000 m se caracterizaron por frecuencias de ciclo más bajas y estables propias del ritmo de cruce, terminando la prueba con un incremento de la variable, característica del sprint final. Esta distribución coincide con la descrita en competiciones de larga distancia en la literatura existente sobre piragüismo de aguas tranquilas (Cox, 1992; Sánchez y Magaz, 1993; Toro, 1986) y con la

presentada en estudios sobre 1000 m en palistas de categoría infantil (Alacid, López-Miñarro y Vaquero, en prensa). También tiene cierta similitud con la descrita en pruebas de 500 y 200 m en palistas infantiles (Alacid *et al.*, 2005; 2008) y con palistas olímpicos sobre 500 y 1000 m (Alacid, López-Miñarro e Isorna, en prensa) en cuanto al descenso significativo de la variable tras la salida y diferenciándose al no producirse un incremento significativo de la frecuencia de ciclo al final de las pruebas.

Tanto las frecuencias de ciclo máximas ($0,98 \pm 0,09$ ciclos · s⁻¹), como las mínimas ($0,72 \pm 0,06$ ciclos · s⁻¹) encontradas en este trabajo fueron inferiores a las descritas en mujeres kayakistas de elite en los JJ.OO. de Pekín (Alacid, López-Miñarro e Isorna, en prensa), con frecuencias máximas y mínimas de $1,03 \pm 0,05$ y $0,91 \pm 0,04$ ciclos · s⁻¹, respectivamente, algo que está motivado por tratarse de una prueba de duración muy inferior (500 m). Los valores encontrados en nuestro estudio fueron también inferiores a los hallados en otros trabajos realizados con palistas de elite (Issurin, 1998) y a los obtenidos por palistas infantiles en distancias de 200 y 500 m (Alacid *et al.*, 2005; 2008). Sin embargo, las mujeres kayakistas de categoría infantil sobre 1000 m (Alacid, López-Miñarro y Vaquero, en prensa) obtuvieron valores inferiores a los aportados en este estudio ($0,82 \pm 0,04$ y $0,76 \pm 0,04$ ciclos · s⁻¹ de frecuencia de ciclo máxima y mínima, respectivamente), atribuible probablemente a que se trataba de palistas en período de desarrollo y formación.

La navegación en la estela, en todas sus formas, ha sido difícilmente identificable al inicio de la prueba y al final de la misma, ya que en ambos casos, las palistas pretendían obtener una buena posición o clasificación en la regata, respectivamente. Sin embargo, el 52% de las palistas usaron esta técnica utilizando la



ola lateral formada por la embarcación que las precedía antes de completar los primeros 3000 m y el 40% al llegar a los 4000 m. Este descenso puede estar justificado por el diseño del circuito de la competición (figura 2), ya que al aproximarse a los 3000 m, las palistas procedían de completar 1500 m en línea recta, mientras que al completar los 4000 m, tenían 500 m sin la influencia de una ciaboga que pudiera interferir en el desarrollo de esta técnica.

La ausencia de palistas que utilizaron la estela en V podría deberse a que en una situación real de carrera, aunque teóricamente ésta es la posición en la que mayor beneficio energético se obtiene, la navegación resulta más compleja por la interacción de ambas estelas pudiendo influir negativamente sobre el equilibrio de la palista. Además en esta posición la embarcación se encuentra encerrada por las tres que le preceden por lo que la maniobrabilidad para realizar un adelantamiento es prácticamente nula.

Por otro lado, se encontró una mayor frecuencia de ciclo en el paso por los 3000 m en las piragüistas que navegaban en la estela de otra embarcación, mientras que no se encontraron diferencias al completarse los 4000 m. Esta mayor frecuencia de ciclo en el primero de los casos, podría deberse a uno los efectos anteriormente descritos por Sánchez y Magaz (1993) al ir en la estela de una embarcación mucho más rápida, o por conseguir una posición más ventajosa a la hora de tomar la próxima ciaboga. Por otro lado, contrasta con las aportaciones de trabajos anteriores donde la frecuencia de ciclo disminuía del paleo en solitario o liderando un grupo de palistas a la navegación en la estela de $0,73 \pm 0,04$ a $0,71 \pm 0,05$ ciclos \cdot s⁻¹ (Gray *et al.*, 1995) y de $0,78 \pm 0,03$ a $0,74 \pm 0,02$ ciclos \cdot s⁻¹ (Pérez-Landaluce *et al.*, 1998), algo que podría justificarse al haber sido valoradas en situaciones de entrenamiento a velocidades constantes y no en competición

con cambios de ritmo y navegando en un circuito con ciabogas. Además, el hecho de que las palistas que iban a la estela de otra embarcación en el paso por los 3000 m tuvieran frecuencias de ciclo mayores que la embarcación que encabezaba la formación, podría indicar que estas palistas llevaban un ritmo superior al que llevarían al navegar en solitario para no perder la estela de la embarcación que les precedía. Que no sucediera lo mismo en el paso por los 4000 m podría atribuirse a la incapacidad de mantener la velocidad para seguir en la estela de una embarcación mucho más rápida 1000 m después. Este resultado concuerda con el descenso de palistas que navegaban en la estela entre un paso y otro.

Una de las limitaciones de este trabajo es que la frecuencia de ciclo obtenida en momentos puntuales de una competición no tiene porqué ser representativa del valor medio de un tramo, sino que se trata de una aproximación a un posible valor real. Este inconveniente se puede solventar si se dispone de la grabación completa desde una perspectiva lateral de la evolución de las embarcaciones a lo largo de toda la distancia (Sperlich y Baker, 2002), pero supone un problema al valorar un número tan alto de participantes como ocurre en este estudio. Por otro lado, esta pérdida de información se ve compensada con un ahorro del tiempo empleado para realizar todas las grabaciones.

CONCLUSIONES

La frecuencia de ciclo presentó una evolución similar en ambas categorías analizadas. Ésta se caracterizó por una mayor frecuencia en la salida, seguida de un descenso en el desarrollo de la prueba para presentar un incremento significativo al llegar a meta. El número de palistas que navegaban en la estela al paso por los primeros 3000 m fue superior a las que utilizaron esta técnica en los 4000 m,



encontrándose frecuencias de ciclo superiores por las que navegaban en la estela en el primero de los momentos analizados. La formación utilizada para navegar a la estela fue la ola lateral, mientras que no se utilizó la navegación en V, en ambas pruebas de juveniles y senior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alacid, F., Ferrer, V., Martínez, E., y Carrasco, L. (2005). Análisis cuantitativo de la técnica de paleo en kayakistas infantiles. *Motricidad. European Journal of Human Movement* (13), 133-146.
- Alacid, F., López-Miñarro, P. A., Ferragut, C., García, A., Ferrer, V. y Martínez, I. (2008). Evolución y comparación de la velocidad, frecuencia, longitud e índice de ciclo sobre 200 m, en palistas infantiles de diferentes modalidades. *Motricidad. European Journal of Human Movement* (20), 15-27.
- Alacid, F., López-Miñarro, P. A. e Isorna, M. (en prensa). Estrategia de paso y frecuencia de ciclo en piragüismo en los JJ.OO. de Pekín. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*.
- Alacid, F., López-Miñarro, P. A. y Vaquero, R. (en prensa). Velocidad y frecuencia de ciclo en palistas infantiles en la distancia de 1000 m. *Kronos: la revista científica de actividad física y deporte*.
- Barnes, C. A. y Adams, P. C. (1998). Reliability and criterion validity of a 120 s maximal sprint on a kayak ergometer. *Journal of Sports Sciences* (16), 25-26.
- Bishop, D., Bonetti, D. y Dawson, B. (2002). The influence of pacing strategy on VO₂ and supramaximal kayak performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* (34), 1041-1047.
- Cox, R. W. (1992). *The science of canoeing*. Cheshire: Coxburn Press.
- Gray, G. L., Matheson, G. O. y McKenzie, D. C. (1995). The metabolic cost of two kayaking techniques. *International Journal of Sport Medicine*, 16(4), 250-254.
- Issurin, V. (1998). Analysis of the race strategy of world-class kayakers. En V. Issurin (Ed.), *Science & practice of canoe/kayak high-performance training: selected articles in memory of junior world champion Nevo Eitan* (pp. 27-39). Tel-Aviv: Elite Sport Department of Israel.
- Pérez-Landaluce, J., Rodríguez-Alonso, M., Fernández-García, B., Bustillo-Fernández, E. y Terrados, N. (1998). Importance of wash riding in kayaking training and competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(12), 1721-1724.
- Pérez-Landaluce, J., Rodríguez, M., Fernández, B., Seguí, J., García, O. y Terrados, N. (1997). Ahorro energético y metabólico de la navegación en la estela en piragüismo. *Archivos de Medicina del Deporte*, 14(58), 103-108.
- Sánchez, J. L. y Magaz, S. (1993). La Técnica. En J. L. Sánchez (Ed.), *Piragüismo (I)* (pp. 101-386). Madrid: COE.
- Sperlich, J. y Baker, J. D. (2002). Biomechanical testing in elite canoeing. En K. E. Gianikellis (Ed.), *Scientific Proceedings of the XXth International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 44-47). Cáceres: Universidad de Extremadura.
- Toro, A. (1986). *Canoeing: an olympic sport*. San Francisco: Olympian Graphics.
- Van Someren, K. A. y Oliver, J. E. (2002). The efficacy of ergometry determined heart rates for flatwater kayak training. *International Journal of Sport Medicine* (23), 28-32.