

Alacid, F.; López-Miñarro, P.A. y Isorna, M. (2010). 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 vol. 10 (38) pp. 203-217.
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista38/artestrategia150.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista38/artestrategia150.htm)

ORIGINAL

ESTRATEGIA DE PASO Y FRECUENCIA DE CICLO EN PIRAGÜISMO EN LOS JJ.OO. DE PEKÍN

PACING STRATEGY AND CYCLE FREQUENCY IN CANOEING AT BEIJING OLYMPIC GAMES

Alacid, F.¹; López-Miñarro, P.A.² y Isorna, M.³

¹fernando.alacid@um.es Departamento de Actividad Física y Deporte. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia

²palopez@um.es Departamento de Expresión Plástica, Musical y Dinámica. Facultad de Educación. Universidad de Murcia

³isorna.catoira@gmail.com Facultad de Educación y el Deporte. Universidad de Vigo

Código UNESCO: 2406.04 Biomecánica

Clasificación del Consejo de Europa: 3. Biomecánica del deporte

Recibido 17 abril de 2009

Aceptado 14 de noviembre 2009

RESUMEN

El objetivo del estudio fue analizar la estrategia de paso y frecuencia de ciclo de los mejores palistas del mundo que participaron en los Juegos Olímpicos de Pekín 2008. Se analizó la estrategia de paso y la evolución de la frecuencia de ciclo de las doce pruebas incluidas en el programa olímpico (500 y 1000 m). La evolución de las variables analizadas fue similar en todas las pruebas. La velocidad disminuyó a lo largo de ambas distancias. No se encontraron diferencias significativas en la estrategia de paso entre eliminatorias y finales. La frecuencia de ciclo obtuvo sus mayores valores al inicio de las finales, permaneciendo estable en las pruebas de 1000 m y disminuyendo en las de 500 m. En conclusión, la estrategia de paso y la evolución de la frecuencia de ciclo respondieron a un patrón decreciente en todas las pruebas, sin diferencias significativas entre pruebas clasificatorias y finales.

PALABRAS CLAVE: Estrategia de carrera, frecuencia de paleo, palistas, kayak, canoa.

SUMMARY

The objective of this study was to analyze the performance patterns from the world's best paddlers who took part in the Beijing Olympic Games in 2008. The pacing strategy and the evolution of the cycle frequency were analysed from the official results and films recorded from broadcast TV. The analysis database included the 12 Olympics finals (500 and 1000 m). Evolution was similar in all events. The speed decreased through out both distances. There were no differences in pacing strategy between heats or semi-finals and finals. The cycle frequency had their higher values at the beginning of the finals, remained stable in 1000 m events, and decreased along the distance in 500 m events. In conclusion, pacing strategies and cycle frequency evolution followed a negative trend in all the Olympic races, and there were no significant differences in pacing strategy between heats or semi-finals and finals.

KEY WORDS: Race strategy, stroke rate, paddlers, kayak, canoe.

1. INTRODUCCIÓN

En el piragüismo de aguas tranquilas, dentro de sus modalidades olímpicas, se compete en distancias de 500 y 1000 m, en un campo de regatas en línea recta en el que se encuentran delimitadas 9 calles de 9 m cada una. La relación entre los palistas es inexistente, y en el caso de que un palista se acerque a otro a lo largo de la competición, puede ser descalificado por intuirse que estaba navegando en la estela de otro competidor, suponiendo una ventaja desleal, tal y como establece el reglamento de aguas tranquilas de la Internacional Canoe Federation (ICF, 2007), y como ha sido demostrado por algunos estudios (Gray, Matheson, y McKenzie, 1995; Perez-Landaluce, Rodriguez-Alonso, Fernandez-Garcia, Bustillo-Fernandez, y Terrados, 1998). Al competir sin la influencia directa del resto de adversarios, los planteamientos estratégicos se centran, principalmente, en la evolución de la velocidad a lo largo de la distancia de competición, siendo éste el principal problema al cual se enfrentan los entrenadores, intentando obtener el mejor rendimiento mediante una optimización de los tiempos de paso (Alacid y Carrasco, 2004). Sánchez y Magaz (1993) enumeraron una serie de características de las competiciones en piragüismo que condicionan la forma de competir, entre las cuales destacan, por un lado, la no existencia de condiciones estándar de competición y entrenamiento, que permitan abordar el entrenamiento de ritmo de forma más rigurosa, relacionando intensidad y tiempo, o distancia y tiempo y, por otro lado, la salida o puesta en marcha de la piragua, que, hasta lograr la velocidad media de la prueba, supone un gasto energético suplementario que compromete el desarrollo posterior de la prueba. Además, el estado del agua y la aparición de olas, producidas por las embarcaciones que van por delante,

limitan la ventaja que se puede dar a los adversarios, puesto que dificulta el eficiente deslizamiento de la embarcación. A estas características hay que añadir el conocimiento de los oponentes, el análisis de pruebas anteriores propias y ajenas, el desarrollo de estrategias alternativas al planteamiento inicial, y el planteamiento del objetivo de cada competición (Cabases, 1991).

Para Issurin (1998) los factores que determinan la estrategia de paso en competición son los aspectos situacionales (la intervención del viento y las olas, el comportamiento del resto de competidores, etc.) y los factores programados (plan de rendimiento a lo largo de la prueba, como el aumento de ritmo en los últimos 200 m, etc.).

Una vez se han establecido las características más significativas de la competición, así como las de los deportistas, es preciso plantearse la elección de un modelo de estrategia de paso (Sánchez y Magaz, 1993; Toro, 1986):

- Planteamiento regresivo: en el cual la velocidad va disminuyendo paulatinamente a lo largo de los parciales.
- Planteamiento uniforme: en el que la velocidad mantiene un comportamiento más estable, aunque el tramo más rápido es el más próximo a la salida.
- Planteamiento progresivo o negativo: en el que el tramo más rápido se encuentra al final del recorrido.

El planteamiento uniforme parece ser el más lógico con el fin de evitar el desgaste energético que suponen los cambios de velocidad a lo largo de la competición (Cabases, 1991; Hajossyr, 1987). Sin embargo, los palistas y los entrenadores prefieren una salida rápida, seguida de un planteamiento homogéneo a lo largo de la prueba (Bishop, Bonetti, y Dawson, 2002).

Para la distancia de 1000 m, la necesaria uniformidad de la estrategia de paso se ve reforzada por la duración de la prueba (Cox, 1992). Para Sánchez y Magaz (1993), el primer tramo de 250 m es el intervalo más rápido de la distancia, mientras los otros tres mantienen una mayor uniformidad, produciéndose una disminución progresiva de la velocidad, siendo el tramo más lento el tercero o el cuarto. En este sentido, Alacid y Carrasco (2004) analizaron las finales de 1000 m del Campeonato del Mundo de 2003, encontrando un patrón decreciente de la estrategia de paso en todas las pruebas de embarcaciones individuales y dobles en las que se competía (K-1 y K-2 masculino, K-1 y K-2 femenino y C-1 y C-2 masculino), sin encontrar diferencias significativas entre estas modalidades. Este patrón decreciente, llega a ser bastante común en piragüismo, encontrándolo incluso en pruebas realizadas por palistas infantiles (13-14 años) sobre las distancias de 200 y 500 m en situación de contra-reloj (Alacid, Ferrer, Martínez, y Carrasco, 2005; Alacid *et al.*, 2008).

Para Toro (1986) el planteamiento progresivo o negativo, practicado en otros deportes como la natación o el atletismo, es de muy rara aplicación en piragüismo debido a la influencia negativa de las olas generadas por las embarcaciones situadas en las primeras posiciones, ya que derivaría en problemas en la navegación y el equilibrio de la piragua. Este autor limita el uso de este tipo de estrategia de paso en pruebas de 1000 m, tras realizar una buena salida, y aplicando un planteamiento negativo en los últimos 500 m.

El análisis de las estrategias de paso y de la evolución de las frecuencias de ciclo, en eventos internacionales, aporta una información muy valiosa para los entrenadores y palistas, puesto que supone una referencia hacia la que dirigir la planificación estratégica de las futuras competiciones. Estudios previos han analizado estas variables en nadadores que participaron en los Juegos Olímpicos de Seúl en 1988 (Chengalur y Brown, 1992; Kennedy, Brown, Chengalur, y Nelson, 1990) y en los de Barcelona en 1992 (Arellano, Brown, Cappaert, y Nelson, 1994). Sin embargo, no conocemos estudios que describan estas características en pruebas del Campeonatos del Mundo o de los Juegos Olímpicos en la modalidad de piragüismo. Por este motivo es preciso analizar la estrategia de paso y la frecuencia de ciclo de aquellos palistas que participan en los Juegos Olímpicos.

Por todo ello, los objetivos de este estudio fueron: 1) describir y comparar las estrategias de paso planteadas en las diferentes pruebas de piragüismo de aguas tranquilas en los Juegos Olímpicos de Pekín; 2) determinar las diferencias entre las estrategias de paso utilizadas entre las pruebas clasificatorias y las finales; y 3) analizar la evolución de la frecuencia de ciclo desarrollada a lo largo de las finales.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron los tiempos de paso y las frecuencias de ciclo de las finales de las doce pruebas del programa olímpico en piragüismo de aguas tranquilas, así como series clasificatorias que dieron acceso a la final. En la tabla 1 se detallan las pruebas que componen el programa olímpico en piragüismo de aguas tranquilas. En cada final participaron nueve embarcaciones.

Tabla 1. Pruebas olímpicas en piragüismo de aguas tranquilas.

Modalidad	Distancia	
	500 m	1000 m
Hombre Kayak	K-1 y K-2	K-1, K-2 y K-4
Mujer Kayak	K-1, K-2 y K-4	
Hombre Canoa	C-1 y C-2	C-1 y C-2

C: canoa; K: kayak.

Los tiempos de paso en cada una de las pruebas analizadas se obtuvieron de la página oficial de resultados de los Juegos Olímpicos, donde se detalla el tiempo empleado en completar las pruebas en parciales de 250 m, tanto en las competiciones de 500 m como de 1000 m. A continuación, se obtuvo el porcentaje del tiempo empleado en cubrir cada uno de los parciales con el fin de comparar las estrategias de paso entre las diferentes categorías. Con el fin de determinar las diferencias en la estrategia de paso entre las pruebas clasificatorias y la final, se compararon los porcentajes del tiempo empleado entre ambas situaciones. Además, se analizaron las estrategias de paso a lo largo de los tramos de 250 m en cada una de las finales.

Las frecuencias de ciclo se obtuvieron siguiendo un diseño descriptivo mediante la observación sistemática. Se analizaron únicamente las finales, utilizando las imágenes pertenecientes a la retransmisión oficial de televisión, capturadas mediante un receptor de televisión digital terrestre Freecom DVB-T USB Stick (Berlín, Alemania). Para la reproducción de las grabaciones se utilizó el VirtualDub Portable 1.6.19 by Avery Lee, donde se podía observar el fotograma correspondiente a cada una de las imágenes visualizadas. Las grabaciones fueron obtenidas a 25 fotogramas por segundo. En el registro y obtención de los datos se empleó una hoja de cálculo Microsoft Excel XP (Microsoft Corporation, EE.UU.). Se obtuvieron los datos de la frecuencia de ciclo al inicio de la prueba (75 - 150 m), en los pasos por los 250 m, 500 m y 750 m en las pruebas de 1000 m y en los 250 m en las de 500 m, así como al final de la prueba en los últimos 50 m antes de cruzar la línea de meta. La frecuencia de ciclo resultó de contar de tres a cinco ciclos (según la disponibilidad de las imágenes) y dividirlo entre el tiempo transcurrido en completar estos ciclos. Los resultados se expresaron en $\text{ciclos} \cdot \text{s}^{-1}$. Para determinar el tiempo transcurrido, se registraron los fotogramas en los que la hoja de la pala tomaba contacto con el agua. A continuación se calculaban los fotogramas transcurridos desde que comenzaba el primer ciclo hasta que terminaba el tercero o el quinto y se dividía el resultado entre 25 (figura 1). Se analizó si existían diferencias entre las frecuencias de ciclo obtenidas en la salida, los puntos intermedios y la llegada en las distancias de 500 m y 1000 m, así como si había diferencias entre las diferentes modalidades.



Figura 1. Procedimiento para la obtención de la frecuencia de ciclo.

La obtención de los datos fue realizada por un único investigador. Previamente, se calculó la fiabilidad intraobservador mediante el coeficiente de correlación intraclase (ICC). Esta prueba estadística se utilizó para evaluar la concordancia general entre los datos obtenidos de varias pruebas en dos ocasiones distintas, con un mes de diferencia entre ambas. El valor del ICC fue de 0.99. La incertidumbre o error en la medida al digitalizar a 25 imágenes por segundo quedó establecida en 0.04 segundos; mientras, el error relativo porcentual se determinó dividiendo 0.04 entre el tramo y el tiempo empleado en cubrir los tres o cinco ciclos, multiplicando el resultado por 100, y desechando las situaciones en las que el resultado era superior al 2%.

Las condiciones meteorológicas en las que se disputaron cada una de las pruebas fueron descritas en las hojas de resultados aportadas por la organización de los Juegos Olímpicos. La velocidad del viento máxima registrada fue de $2.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, la temperatura del aire (media \pm desviación típica) fue de $28.11 \pm 3.67^\circ \text{ C}$, la temperatura del agua de $28.48 \pm 0.54^\circ \text{ C}$, y la humedad relativa del $57 \pm 17\%$. Estas condiciones se consideran favorables para el desarrollo de las competiciones de piragüismo de aguas tranquilas, mejorando incluso las descritas en los anteriores JJ.OO. celebrados en Atenas en el año 2004 (Diafas, Socratis, Bachev, Dimakopoulou, y Diamanti, 2006).

2.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La distribución de los datos fue inicialmente valorada mediante el test de normalidad de Shapiro-Wilk. Puesto que los datos no seguían una distribución

normal, se realizó un análisis estadístico utilizando pruebas no paramétricas. Para analizar los valores obtenidos entre las pruebas clasificatorias y las finales en las distancias de 500 m y 1000 m, así como entre los 2 parciales del 500 m se utilizó el test de Wilcoxon. Para comparar los valores obtenidos en los diferentes tramos analizados en la prueba de 1000 m, así como para comparar las frecuencias de ciclo en ambas pruebas se realizó un análisis de varianza de Friedman. Finalmente, para determinar las diferencias existentes entre las diferentes categorías analizadas en cada uno de los tramos se utilizó un análisis de varianza de Kruskal-Wallis. Si se encontraban diferencias significativas para el efecto principal en los test de Friedman y Kruskal-Wallis se procedió a realizar una comparación múltiple por pares con ajuste de Bonferroni en función del número de comparaciones realizadas. Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas usando el paquete estadístico SPSS para Windows (versión 15.0). Para todos los test estadísticos el nivel de significación se situó a priori en un valor de $p < 0.05$.

3. RESULTADOS

En el análisis de los datos respecto a la estrategia de paso entre las series clasificatorias y las finales, no se encontraron diferencias significativas en las distancias analizadas (500 y 1000 m) en las pruebas analizadas. El porcentaje de tiempo empleado en cada tramo de las finales y de las series clasificatorias en las distancias de 1000 m y 500 m, incluyendo todas las pruebas y palistas, muestra un descenso progresivo de la velocidad a lo largo de la distancia (figuras 2 y 3).

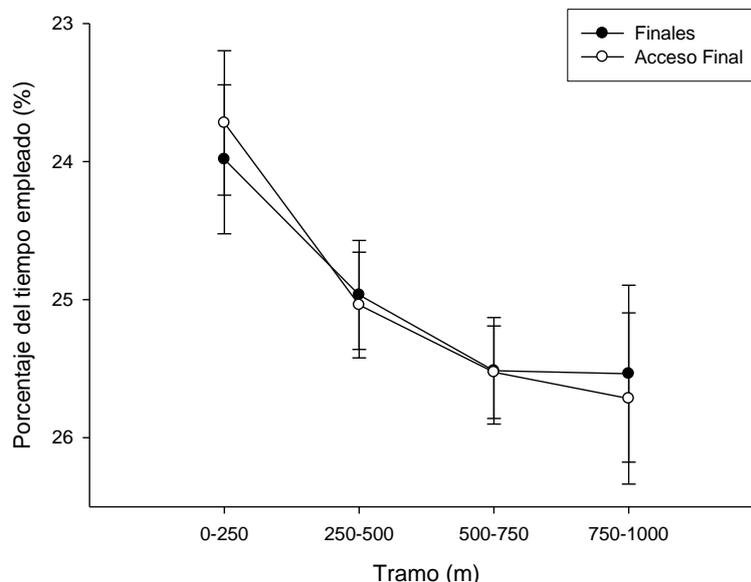


Figura 2. Evolución del porcentaje del tiempo empleado en las pruebas clasificatorias y en la final de la distancia de 1000 m.

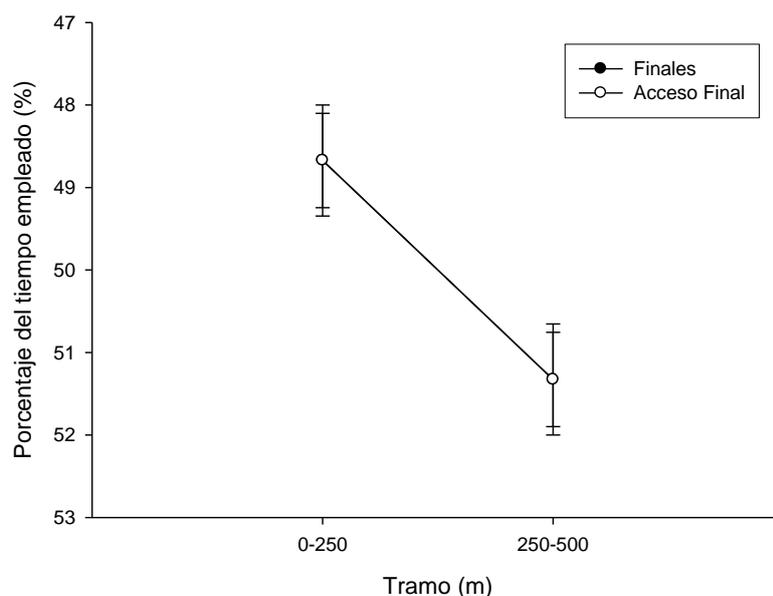


Figura 3. Evolución del porcentaje del tiempo empleado en las pruebas clasificatorias y en la final de la distancia de 500 m.

Las finales de 1000 m se caracterizaron por un primer parcial significativamente más rápido al resto de los parciales, seguido de un segundo tramo superior a la segunda parte de los 1000 m, siendo esta diferencia significativa ($p < 0.01$) en las pruebas de hombre C-1 y K4. No se encontraron diferencias significativas entre los dos últimos tramos analizados (tabla 2). Los dos tramos analizados en la distancia de 500 m fueron significativamente diferentes ($p < 0.01$) en todas las pruebas, siendo el tiempo empleado en recorrer el primero inferior al segundo en todos las pruebas (tabla 3).

Tabla 2. Media y desviación típica del porcentaje del tiempo total empleado en el tramo en pruebas finales de 1000 m.

Prueba	n	Porcentaje del tiempo total empleado en el tramo (%)			
		0-250 m	250-500 m	500-750 m	750-1000 m
Hombre K-1	9	24.31 ± 0.50	25.05 ± 0.22*	25.27 ± 0.27*	25.37 ± 0.76
Hombre K-2	9	23.81 ± 0.63	25.02 ± 0.43*	25.52 ± 0.41*	25.64 ± 0.72*
Hombre K-4	9	23.76 ± 0.52	24.75 ± 0.55*	25.81 ± 0.40*†	25.68 ± 0.51*
Hombre C-1	9	23.98 ± 0.53	24.98 ± 0.32*	25.60 ± 0.38*†	25.44 ± 0.49*
Hombre C-2	9	24.05 ± 0.43	25.03 ± 0.37*	25.37 ± 0.26*	25.54 ± 0.76*

* $p < 0.01$ respecto al tramo de 0-250 m.

† $p < 0.01$ respecto al tramo de 250-500 m.

Al comparar las estrategias de paso, no se encontraron diferencias significativas entre en los tramos analizados en la distancia de 1000 m (tabla 2), mientras que en la distancia de 500 m, las estrategias de paso utilizadas por

las mujeres K-1 y K-2 y los hombres C-2, fueron significativamente diferentes a las utilizadas por las mujeres K-4, caracterizadas por una mayor estabilidad a lo largo de la distancia (tabla 3).

Tabla 3. Media y desviación típica del porcentaje del tiempo total empleado en el tramo en pruebas finales de 500 m.

Prueba	n	Porcentaje del tiempo total empleado en el tramo (%)	
		0-250 m	250-500 m
Hombre K-1	9	48.72 ± 0.54	51.28 ± 0.54
Hombre K-2	9	48.67 ± 0.66	51.33 ± 0.66
Mujer K-1	9	48.37 ± 0.52*	51.63 ± 0.52*
Mujer K-2	9	48.41 ± 0.25*	51.59 ± 0.25*
Mujer K-4	9	49.43 ± 0.66	50.57 ± 0.66
Hombre C-1	9	48.86 ± 0.61	51.14 ± 0.61
Hombre C-2	9	48.26 ± 0.76*	51.74 ± 0.76*

* $p < 0.01$ respecto a Mujer K-4.

La frecuencia de ciclo registrada al inicio de la prueba de 1000 m fue superior al resto de las registradas a lo largo de la distancia, mostrando cierta estabilidad hasta completar la prueba (figura 4). Para la distancia de 500 m, se observó una tendencia decreciente de la frecuencia de ciclo, alcanzándose los valores más altos al principio de la prueba (figura 5), tal y como ocurrió en los 1000 m.

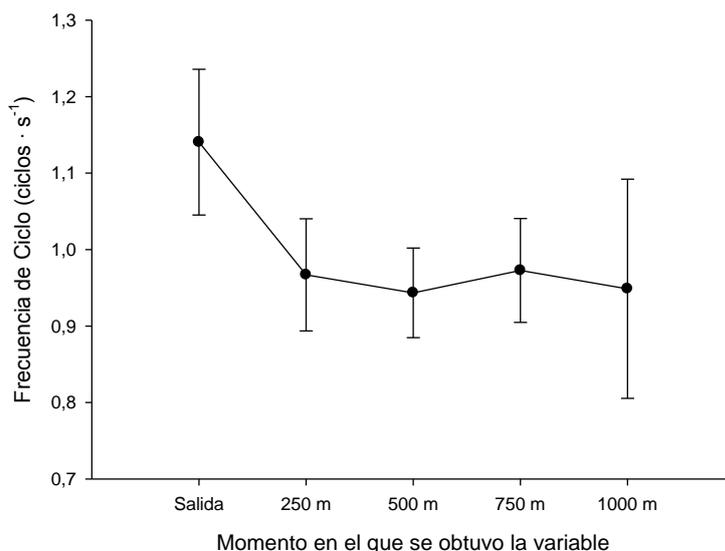


Figura 4. Evolución de la frecuencia de ciclo en las finales de la distancia de 1000 m.

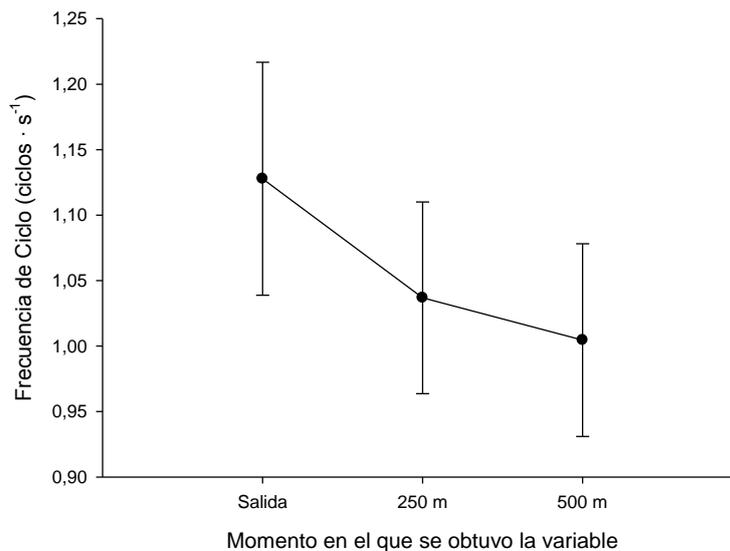


Figura 5. Evolución de la frecuencia de ciclo en las finales en la distancia de 500 m.

La evolución de la frecuencia de ciclo en las diversas pruebas de 1000 m describió una tendencia parecida en cada una de ellas, encontrando valores más altos en la salida ($p < 0.01$), sin diferencias significativas con el resto de los tramos, con las excepciones de los hombres K-1 y K-2, dónde se produjo un descenso significativo en el tramo de los 250 m a los 500 m, y en los hombres C-1, en los que se incrementó la frecuencia de ciclo de forma significativa entre los 500 m y la llegada a meta (tabla 4). En la distancia de 500 m, se encontraron diferencias significativas entre tramos ($p < 0.001$) en todas las pruebas analizadas.

Tabla 4. Media y desviación típica de la evolución de la frecuencia de ciclo en pruebas de 1000 m.

Prueba	n	Lugar en el que se obtuvo la frecuencia de ciclo (ciclos · s ⁻¹)				
		Salida	250 m	500 m	750 m	1000 m
Hombre K-1	9	1.08 ± 0.04*	0.92 ± 0.05	0.90 ± 0.05†	0.91 ± 0.04	0.92 ± 0.05
Hombre K-2	8	1.11 ± 0.06*	0.95 ± 0.05	0.91 ± 0.04†	0.93 ± 0.06	0.94 ± 0.06
Hombre K-4	9	1.18 ± 0.07*	0.99 ± 0.03	0.96 ± 0.03	1.00 ± 0.05#	0.98 ± 0.04
Hombre C-1	9	1.14 ± 0.08*	0.97 ± 0.11	0.97 ± 0.05#	0.99 ± 0.06	1.02 ± 0.05‡#
Hombre C-2	8	1.21 ± 0.13*	1.01 ± 0.08#	0.98 ± 0.07#	1.02 ± 0.07#	1.00 ± 0.11#

* $p < 0.01$ respecto a todos los tramos.

† $p < 0.01$ respecto a 250 m.

‡ $p < 0.01$ respecto a 500 m.

$p < 0.05$ respecto a Hombre K-1.

Las diferencias entre pruebas en la distancia de 1000 m evidenciaron una menor frecuencia de ciclo de los hombres K-1, respecto a las categorías de hombres C-2 (de 250 m a meta), C-1 (500 y 1000 m) y hombres K-4 (750 m) (tabla 4). En la distancia de 500 m, las frecuencias de ciclo más altas se encontraron en los canoístas y las más bajas en las mujeres K-1 y K-2 (tabla 5).

Tabla 5. Media y desviación típica de la evolución de la frecuencia de ciclo en pruebas de 500 m.

Prueba	n	Lugar en el que se obtuvo la frecuencia de ciclo (ciclos · s ⁻¹)		
		Salida	250 m	500 m
Hombre K-1	9	1.12 ± 0.04 ^a	1.00 ± 0.05 ^{ab}	0.97 ± 0.03 ^{ab}
Hombre K-2	9	1.16 ± 0.07 ^{cd}	1.02 ± 0.05 ^a	1.01 ± 0.04 ^d
Mujer K-1	9	1.03 ± 0.05 ^{ab}	0.96 ± 0.04 ^{ab}	0.91 ± 0.04 ^{ab}
Mujer K-2	9	1.05 ± 0.04 ^{ab}	1.00 ± 0.05 ^{ab}	0.97 ± 0.05 ^{ab}
Mujer K-4	9	1.09 ± 0.05 ^{*ab}	1.04 ± 0.02 ^{ad}	1.02 ± 0.03 ^d
Hombre C-1	9	1.21 ± 0.06	1.09 ± 0.07	1.07 ± 0.05
Hombre C-2	9	1.23 ± 0.08	1.14 ± 0.06	1.08 ± 0.09

^a $p < 0.01$ respecto a Hombre C-2.

^b $p < 0.01$ respecto a Hombre C-1.

^c $p < 0.01$ respecto a Mujer K-2.

^d $p < 0.01$ respecto a Mujer K-1.

* No existen diferencias respecto a 500 m.

4. DISCUSIÓN

En este estudio se describe la forma de competir de los palistas olímpicos de aguas tranquilas en los Juegos Olímpicos de Pekín. En primer lugar, es destacable que la estrategia de paso utilizada en las pruebas clasificatorias y en la final es similar, caracterizada por un primer tramo más rápido que el resto, donde además se alcanzan las mayores frecuencias de ciclo de toda la distancia, tanto en 500 como en 1000 m.

El modelo de estrategia de paso utilizado en los Juegos Olímpicos de Pekín 2008 coincide con los resultados del análisis de las finales individuales y dobles sobre 1000 m del Campeonato del Mundo de Gainesville 2003 (Alacid y Carrasco, 2004), caracterizadas por una tendencia decreciente de la velocidad en la primera mitad de la distancia, y una segunda parte más lenta y estable. En esta misma línea, Cabases (1991), tras analizar las finales de los Juegos Olímpicos de Los Ángeles (1984) y Seúl (1988), así como el Campeonato del

Mundo de Plovdiv (1989) encontró altas correlaciones entre el puesto obtenido en los primeros 250 m y la clasificación final.

La mayor rentabilidad teórica del planteamiento uniforme contrasta con los resultados de este estudio, pues el planteamiento decreciente en velocidad es el más utilizado entre los competidores de alto nivel (Sánchez y Magaz, 1993). Desde un punto de vista fisiológico, se ha comparado el rendimiento en una prueba máxima de 2 minutos en kayakergómetro, usando estrategias de paso uniformes frente a otras que realizan una salida a intensidad máxima durante 10 segundos (Bishop *et al.*, 2002), obteniendo valores significativamente mayores usando el segundo planteamiento en cuanto a potencia total desarrollada y consumo de oxígeno total, aunque sin diferencias significativas en lo que se refiere a deuda de oxígeno acumulada al final de la prueba. Este hecho podría suponer que la estrategia de paso de los palistas analizados en este estudio, se ajusta a los parámetros fisiológicos de rendimiento. No obstante, es preciso considerar que el paleo en kayakergómetro se realiza en una situación de laboratorio en la que no influye el oleaje o la posición ocupada en un determinado momento de la carrera.

El hecho de que no existan diferencias significativas entre los dos últimos tramos en la distancia de 1000 m, podría deberse a que la fatiga producida en la primera mitad de la prueba, dificulte un aumento del rendimiento en el último parcial. Sin embargo, al no existir tiempo record en piragüismo, el esfuerzo del palista se centra en la obtención del mejor puesto posible, y si la diferencia con los competidores no hace peligrar el mismo y no existen posibilidades de mejora, cualquier incremento del esfuerzo al final de la prueba no conlleva recompensa externa alguna. No obstante, en las pruebas con un final ajustado, se puede observar un incremento en el rendimiento de los palistas implicados en el último tramo (Issurin, 1998).

En cuanto a la frecuencia de ciclo, se observan los valores más altos al inicio de la prueba en ambas distancias, para disminuir progresivamente en la distancia de 500 m y estabilizarse en la de 1000 m. La evolución de la variable sobre 500 m es similar a la que presentaron los palistas infantiles sobre 200 y 500 m (Alacid *et al.*, 2005; 2008), aunque los valores absolutos de frecuencia de paleo fueron inferiores en éstos. En la distancia de 1000 m, la evolución de la frecuencia de ciclo coincide con uno de los modelos de distribución de la variable propuestos por Issurin (1998), tras analizar 228 carreras en campeonatos del mundo y Juegos Olímpicos entre 1983 y 1997. Dicho modelo fue usado por el 36.2%, 31.0% y 19.0% de los/as competidores/as en las pruebas de hombre K-1 500 m, mujer K-1 500 m y hombre K-1 1000 m, respectivamente, y por el 41.7%, 38.5% y 28.6% de los/as ganadores/as de estas pruebas.

Al comparar la frecuencia de ciclo entre las diferentes pruebas, destacan los mayores valores de la variable en los 500 m en las categorías que repiten en ambas distancias. Los canoístas, tanto en embarcaciones individuales como dobles, alcanzaron las mayores frecuencias de ciclo en 500 y 1000 m, algo

lógico, ya que en esta modalidad un ciclo está compuesto por una palada, mientras que en kayak son dos paladas las necesarias para completarlo. También se observaron frecuencias de ciclo superiores a mayor número de palistas por embarcación en todas las distancias y categorías.

La comparación de las frecuencias de ciclo entre hombres y mujeres kayakistas en las finales de 500 m, mostró que los hombres obtuvieron valores más altos que las mujeres en todos los casos analizados, aunque sólo fueron significativos respecto al K-2 masculino en la salida y la meta. Este aspecto coincide parcialmente con los resultados en kayakistas infantiles en 500 m, pues no se encontraron diferencias entre sexos (Alacid *et al.*, 2005), así como en 200 m donde los hombres desarrollaron frecuencias de ciclo significativamente superiores (Alacid *et al.*, 2008).

A nivel metodológico, este trabajo ha utilizado un procedimiento sencillo para analizar los resultados de las competiciones de piragüismo de aguas tranquilas, obteniendo los datos de los resultados oficiales y las retransmisiones televisivas, manteniendo en todo momento un nivel de error relativo porcentual inferior al 2%. Una de las limitaciones de este trabajo fue la dificultad de obtener la frecuencia de ciclo en pruebas en las que existen amplias diferencias entre los primeros y los últimos clasificados, ya que en estas ocasiones, las imágenes se centran en la cabeza de la carrera, ofreciendo muy poca información sobre las últimas posiciones. Además, es posible que el número de ciclos retransmitidos sea insuficiente para obtener la variable con unos niveles de error adecuados. En este estudio se tuvo que prescindir de las frecuencias de ciclo de los últimos clasificados en las pruebas de K-2 y C-2 masculinos en la distancia de 1000 m. Esta limitación es subsanable si se realizara una grabación completa de la evolución de cada una de las embarcaciones a lo largo de toda la distancia desde una perspectiva lateral (Sperlich y Baker, 2002). De esta forma, se puede determinar la evolución de la velocidad, la frecuencia de ciclo y la longitud de ciclo en los tramos que se quieran establecer, minimizando el error relativo porcentual hasta valores por debajo del 0.50% (Alacid *et al.*, 2005; 2008).

5. CONCLUSIONES

A modo de conclusión, tanto las estrategias de paso, como la evolución de la frecuencia de ciclo en las finales de los JJ.OO. de Pekín respondieron a un patrón decreciente en todas las pruebas, no existiendo diferencias significativas entre las estrategias utilizadas en las competiciones clasificatorias y las finales olímpicas. Este tipo de planteamiento de prueba, caracterizado por situar las frecuencias de ciclo y velocidades más altas al comienzo de la distancia puede utilizarse de referente a la hora de diseñar el entrenamiento del ritmo de competición por los técnicos de piragüismo, estableciendo como requisito la realización de una salida a máxima frecuencia de ciclo y velocidad a lo largo de las series. En esta misma línea, este planteamiento conlleva una serie de ventajas en su aplicación en competición, al evitar las posibles interferencias producidas por el oleaje creado por las embarcaciones que se

encuentren por delante y aportando cierta predisposición positiva hacia el esfuerzo en los palistas que ocupan los primeros puestos. Por último, la información aportada en este trabajo tiene gran utilidad para los técnicos de piragüismo por la relevancia de la muestra analizada, aunque pone de manifiesto la necesidad de obtener estas variables a través de una grabación lateral durante la totalidad de la prueba, con el fin de determinar la evolución de la velocidad, la frecuencia de ciclo y otras variables como la longitud e índice de ciclo en tramos de menor magnitud, mejorando así las condiciones de precisión y fiabilidad.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alacid, F. y Carrasco, L. (2004). Distribución del esfuerzo en piragüismo sobre 1000 metros. En G. Brizuela, S. Llana y J. F. Guzmán (Eds.), *III Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte*. Valencia: Universitat de València.
- 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.
- Arellano, R., Brown, P., Cappaert, J., y Nelson, R. C. (1994). Analysis of 50-, 100-, and 200-m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics* 10(2), 189-199.
- 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(6), 1041-1047.
- Cabases, J. M. (1991). Entrenamiento del ritmo. En Escuela Nacional de Entrenadores de Piragüismo (Ed.), *Comunicaciones Técnicas VII* (pp. 126-157). Madrid: Federación Española de Piragüismo.
- Chengalur, S. N., y Brown, P. L. (1992). An analysis of male and female Olympic swimmers in the 200-meter events. *Canadian Journal of Sport Science* 17(2), 104-109.
- Cox, R. W. (1992). *The science of canoeing*. Cheshire: Corgi Press.
- Diafas, V., Socratis, K., Bachev, V., Dimakopoulou, E., y Diamanti, V. (2006). Weather conditions during athens olympic rowing and flatwater canoe-kayak regatta at the olympic rowing center in Schinias. *Kinesiology* 38(1), 72-77.
- Gray, G. L., Matheson, G. O., & McKenzie, D. C. (1995). The metabolic cost of two kayaking techniques. *International Journal of Sports Medicine* 16(4), 250-254.
- Hajossyr, J. (1987). Modelisation de la tactique en competition de canoe - kayak. / A model for strategy during canoe-kayak competition. *Traductions INSEP* (612), 1-11.

- International Canoe Federation (2007). Flatwater racing competition rules, [en línea]. Disponible en: www.canoeicf.com [Consulta 2007, 14 de junio].
- 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.
- Kennedy, P., Brown, P., Chengalur, S. N., y Nelson, R. C. (1990). Analysis of male and female Olympic swimmers in the 100-meter events. *International Journal of Sport Biomechanics* 6(2), 187-197.
- 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.
- 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.), *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.