

EVOLUCIÓN Y COMPARACIÓN DE LA VELOCIDAD, FRECUENCIA, LONGITUD E ÍNDICE DE CICLO SOBRE 200 M, EN PALISTAS INFANTILES DE DIFERENTES MODALIDADES

Alacid, F.¹; López-Miñarro, P. Á.²; Ferragut, C.³; García, A.⁴; Ferrer,
V.⁵; Martínez, I.⁵

1. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia.
2. Facultad de Educación. Universidad de Murcia.
3. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia.
4. I.E.S. Ros Giner de Lorca (Murcia).
5. Facultad de Medicina. Universidad de Murcia.

RESUMEN

Un total de 65 palistas de categoría infantil (23 hombres kayak, 22 mujeres kayak y 20 hombres canoa) entre 13 y 14 años de edad, realizaron un test máximo de 200 m en una calle acotada por boyas, que fue grabado desde una perspectiva lateral y posteriormente pasado a formato digital para determinar la evolución de la velocidad, frecuencia de ciclo, longitud de ciclo e índice de ciclo. Las variables analizadas mostraron una evolución similar en todas las categorías. La velocidad y el índice de ciclo tuvieron una tendencia decreciente a partir de los primeros 50 m, mientras que la longitud de ciclo se estabilizó a partir de esta distancia hasta el final de la prueba; la frecuencia de ciclo disminuyó progresivamente durante todo el test. Los hombres kayak obtuvieron valores superiores al resto de categorías en todas las variables analizadas, siendo las diferencias significativas en velocidad e índice de ciclo. La menor velocidad en las otras categorías fue el resultado de valores significativamente inferiores de frecuencia de ciclo para las mujeres kayak y de longitud de ciclo para los hombres canoa.

Palabras clave: velocidad, frecuencia de ciclo, longitud de ciclo, índice de ciclo, piragüistas.

ABSTRACT

Speed evolution, cycle frequency, cycle length and cycle index were analysed during a 200-m maximal test, in young paddlers (23 kayak men, 22 kayak women and 20 canoe men; 13-14 years-old). Recordings were taken from a boat following each test and switched from analogue to digital format to measure the variables cited above. Evolution was similar in three categories. The speed and cycle index decreased through the test after the first 50 m, while the cycle length was stable. The cycle frequency had a progressive decrease along the distance. Men kayak got higher values in all the variables than women kayak and canoeist, but only were significantly higher in speed and cycle index. Lower values of cycle length and cycle frequency were obtained from canoe men and kayak women, respectively.

Key words: speed, cycle frequency, cycle length, cycle index, paddlers.

Correspondencia:

Fernando Alacid Cárceles.
Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia.
Calle Argentina, s/n. 30720 Santiago de la Ribera (Murcia) España
fernando.alacid@um.es

Fecha de recepción: 05/02/2008

Fecha de aceptación: 27/03/2008

INTRODUCCIÓN

El análisis cuantitativo de la técnica en los deportes cíclicos es una herramienta que permite conocer la evolución de la velocidad a lo largo de la distancia de competición, así como de las variables que la condicionan (frecuencia y longitud de ciclo), aportando también datos para la búsqueda de la óptima relación entre las mismas, con el fin de minimizar el efecto de la fatiga sobre el deportista y, por tanto, incrementar el rendimiento (Craig, Skehan, Pawelczyk, y Boomer, 1985). La natación es el origen de este tipo de análisis en los deportes acuáticos. En un principio se investigó el comportamiento de la velocidad como producto de la frecuencia de ciclo y la longitud de ciclo con el fin de medir y evaluar la técnica de nado (Craig y Pendergast, 1979; Keskinen, Tilli y Komi, 1989). Costill, Kovaleski, Porter, Fielding, y King (1985), introdujeron el concepto de índice de ciclo a partir del resultado del producto de la longitud de ciclo y la velocidad, como un índice de la eficiencia y economía en el ciclo.

En el piragüismo de aguas tranquilas, la evaluación de la técnica se ha centrado en la modalidad de kayak valorando aspectos cualitativos (Sánchez y Magaz, 1993) y cuantitativos (Alacid, Ferrer, Martínez y Carrasco, 2005). Las variables cinemáticas se suelen abordar por separado, analizándose el comportamiento de la velocidad sobre diferentes distancias de competición (Alacid y Carrasco, 2004; Bishop, Bonetti y Dawson, 2002; Issurin, 1998), la frecuencia de paleo en kayakergómetro y en agua (Alacid, Torres, Sánchez y Carrasco, 2006; Barnes y Adams, 1998; Van Someren y Oliver, 2002), así como la navegación en la estela y en solitario (Gray, Matheson y McKenzie, 1995; Pérez-Landaluce, Rodríguez-Alonso, Fernández-García, Bustillo-Fernández y Terrados, 1998).

En la modalidad de canoa canadiense, la bibliografía es mucho más escasa (Shephard, 1987). Los pocos estudios publicados son anteriores al año 1992, momento en el que las embarcaciones eran el doble de anchas que las actuales y las palas bastante más pesadas, lo que ha conllevado variaciones en la técnica de paleo. Pelham, Burke, y Holt (1992) analizaron la implicación muscular de la palada de dos canoistas de nivel internacional, y encontraron diferencias en la activación de determinados músculos.

En la especialidad de slalom en aguas bravas también se ha analizado la cinemática de la técnica de paleo (Caubet, 1999), para determinar las diferencias en el movimiento y en la posición de los segmentos corporales durante el paleo en agua y en un ergómetro específico, tanto en kayak como en canoa.

En esta línea de trabajo, Sperlich y Baker (2002) destacaron la importancia de obtener las variables cinemáticas durante los entrenamientos y competiciones. Para ello, propusieron la grabación del palista desde una motora o vehículo a lo largo de la distancia de competición, así como la utilización de las boyas del campo de regatas como referencia. Los autores proponen el uso de los datos obtenidos para aportar información a los palistas sobre su rendimiento así como para planificar futuras carreras. Este método fue empleado por el equipo nacional alemán durante los Juegos Olímpicos de Barcelona en 1992, atribuyendo parte del éxito obtenido en la preparación del evento y durante la competición, al apoyo científico que deriva de este tipo de análisis.

En palistas de categoría infantil, Cuesta, Polo y Padilla (1991) estudiaron la correlación entre las marcas conseguidas sobre diferentes distancias de competición y diferentes parámetros fisiológicos obtenidos en kayakergómetro, aportando además algunos datos sobre la distancia recorrida por palada y la velocidad en el test de laboratorio.

Alacid et al. (2005), en kayakistas de categoría infantil y sobre la distancia de 500 m, realizaron un análisis de la evolución de cada una de las variables cinemáticas utilizadas tradicionalmente en natación (velocidad, frecuencia, longitud e índice de ciclo), estableciendo las correlaciones de las mismas con el rendimiento y las diferencias entre géneros. Además, apuntaron las principales aplicaciones de este tipo de estudios en piragüismo, entre las que destacan la búsqueda de una relación idónea entre frecuencia y longitud de ciclo, la creación de estrategias de carrera en cuanto a la evolución de la velocidad y la frecuencia de ciclo a lo largo de las distancias de competición, el establecimiento de criterios objetivos para adaptar la longitud de la pala y la superficie de la hoja a las características del palista y por último, en la disposición y ubicación de los deportistas en las embarcaciones de equipo.

Puesto que en la actualidad son escasos los estudios sobre la evolución de la velocidad, frecuencia, longitud e índice de ciclo en palistas de categoría infantil, es importante ampliar esta información sobre otras distancias de competición y modalidades, como la canoa canadiense, con el fin de conocer si el comportamiento de las variables estudiadas sigue un mismo patrón independientemente de la distancia y modalidad. Por ello, el objetivo del presente estudio fue describir la evolución de estas variables cinemáticas en un test máximo sobre la distancia de 200 m en aguas tranquilas realizado por palistas de las categorías infantil kayak masculino y femenino e infantil canoa masculino, así como determinar la influencia del sexo y modalidad.

MÉTODO

Muestra

Un total de 65 palistas de categoría infantil de ambos sexos participaron en este estudio. Los datos descriptivos de la muestra se presentan en la tabla 1. Todos ellos fueron seleccionados para su participación, por encontrarse entre los mejores de su categoría, en la Concentración Nacional de Infantiles, realizada dentro del Programa Nacional de Tecnificación de Infantiles de 2006. Los piragüistas que tomaron parte en este estudio no presentaban enfermedad alguna ni se encontraban sometidos a tratamiento farmacológico en el período en el que se realizaron las pruebas.

TABLA 1
Características de la muestra

Categoría	n	Edad (años)	Talla (cm)	Masa (kg)	Años de entrenamiento
Hombres Kayak	23	13.35 ± 0.57	170.20 ± 6.77*	60.86 ± 9.30*	4.96 ± 1.01
Damas Kayak	22	13.23 ± 0.52	163.54 ± 5.54†	55.14 ± 7.76	4.36 ± 1.09
Hombres Canoa	20	13.35 ± 0.61	164.65 ± 8.89	53.33 ± 9.71	4.70 ± 1.16

* $p < 0.05$ entre hombres kayak y hombres canoa; † $p < 0.01$ entre damas kayak y hombres kayak

Procedimiento

El estudio fue aprobado por el Comité Ético y de Investigación de la Universidad Católica San Antonio de Murcia. Los padres y los deportistas fueron informados de los objetivos y métodos del estudio y se obtuvo un consentimiento informado de sus tutores.

Todos los palistas realizaron un test máximo de 200 m a lo largo de una calle acotada con boyas cada 25 m, situándose las mismas una a cada lado del palista a lo largo de la distancia. Cada deportista utilizó su embarcación y pala habitual de entrenamiento y competición. La prueba se desarrolló en una lámina de agua sin corrientes y con una intensidad del viento siempre inferior a $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Para determinar la intensidad del viento se utilizó un anemómetro digital Skywatch Xplorer 3 (JDC Electronic, Suiza).

Las pruebas fueron grabadas usando una videocámara Canon V400e (Canon Inc., Japón), la cual registró la totalidad de la prueba desde una perspectiva lateral al palista (figura 1), ajustando en todo momento el encuadre

de la cámara con la proa de la piragua al paso por las boyas, facilitando de esta forma la posterior obtención de los datos. La grabación se realizó dejando una calle de separación, de 5 m de anchura, entre la utilizada por el palista y la embarcación a motor en la que se encontraba la cámara.



FIGURA 1. Paso del palista entre las dos boyas que delimitan la calle

Las grabaciones resultantes se pasaron a formato de video digital a 25 imágenes por segundo utilizando la tarjeta capturadora de vídeo AverMedia Tv Studio (AverMedia Technologies Inc., EE.UU.) y el software VirtualDub 1.4.7 by Avery Lee.

Las instrucciones de comienzo del test fueron las utilizadas habitualmente en piragüismo: “preparados... ¡ya!”. Previamente, los palistas se encontraban con la hoja sumergida, esperando la señal de salida, y se tomó como fotograma de comienzo aquél en el que el palista comenzaba a traccionar de la pala, sin valorar el tiempo de reacción del deportista, con el fin de que éste no influyera sobre las variables estudiadas, y no perjudicara los valores de los palistas con mayor tiempo de reacción.

La velocidad, frecuencia de ciclo, longitud de ciclo e índice de ciclo fueron calculadas en cada tramo de 50 m, utilizando la metodología descrita por Alacid *et al.* (2005). Para obtener la velocidad, en primer lugar se determinó el fotograma en el que la proa de la embarcación se encontraba alineada con las dos boyas que marcan los tramos de 50 m. A continuación, se halló la diferencia entre los fotogramas transcurridos y tras dividirlo entre 25, se obtuvo el tiempo

en el tramo. La velocidad resultó de dividir el espacio (50 m) entre el tiempo, obteniendo los resultados en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Para calcular la frecuencia de ciclo, se contaron los ciclos completos realizados en el tramo, registrando los fotogramas en los que la hoja tomaba contacto con el agua, siendo aquéllos iguales o superiores al método utilizado para determinar la velocidad, es decir, se tomó como referencia el primer ataque realizado tras completar el tramo. Tras obtener estos datos se dividió el número de ciclos entre el incremento de fotogramas dividido entre 25, obteniendo los resultados expresados en $\text{ciclos} \cdot \text{s}^{-1}$. Existen dos circunstancias especiales para la obtención de la frecuencia de ciclo: 1ª) en el primer tramo se desestimó el primer ciclo de paleo en el que se pone en marcha la embarcación, ya que éste se produce en condiciones en las que aquélla se encuentra parada, por lo que posee características diferentes al resto de los ciclos de paleo; 2ª) en el último tramo se utilizó el ataque previo a la entrada en meta, pues una vez concluida la prueba el palista suele dejar de palear.

Finalmente, la longitud de ciclo se obtuvo tras dividir la velocidad entre la frecuencia de ciclo obtenidas en un determinado tramo, expresando los resultados en $\text{m} \cdot \text{ciclo}^{-1}$. El índice de ciclo resultó del producto de la velocidad y la longitud de ciclo obtenidos en cada uno de los tramos.

Los datos obtenidos de las digitalizaciones se registraron en una hoja de cálculo Microsoft© Excel 2000 (Microsoft Corporation, EE.UU.).

La obtención de los datos fue realizada por un único observador. Previamente a la misma, se calculó la fiabilidad intraobservador mediante el coeficiente de correlación intraclass tras realizar un test-retest, arrojando un valor de $r = 0.99$. 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 máximo se determinó dividiendo 0.04 entre el tramo de menor tiempo registrado y multiplicando el resultado por 100, obteniéndose valores de 0.39% y 0.43% de la velocidad y la frecuencia de ciclo, respectivamente.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete informático SPSS 12.0, realizando en primer lugar la prueba de Kolmogorov-Smirnov con objetivo de verificar la normalidad de las variables y, posteriormente, un análisis de variación (ANOVA) de medidas repetidas de dos factores (tramo y disciplina). Si se encontraban diferencias significativas para los factores se procedió a realizar un análisis *post hoc* de Bonferroni para determinar las

diferencias entre las variables consideradas a lo largo de los cuatro tramos estudiados y entre las diferentes categorías. El nivel de significación se estableció en $p < 0.05$ para todas las pruebas estadísticas realizadas.

RESULTADOS

La evolución de la velocidad responde a un patrón similar en cada una de las categorías, con un primer tramo significativamente más lento que el resto de la distancia, excepto para la segunda mitad de la prueba en la categoría hombre canoa (HC), y un segundo tramo significativamente más rápido que el primero y el último de los valorados en todas las categorías (figura 2). Las diferencias entre los grupos identifican a los hombres kayak (HK) como los más rápidos en todos los tramos y en la velocidad media, siendo la categoría HC significativamente más lenta que el resto (tabla 2).

TABLA 2
Valores medios \pm desviación típica para las variables analizadas por categorías

Variable	Hombres Kayak	Damas Kayak	Hombres Canoa	
Velocidad ($m \cdot s^{-1}$)	0-50 m	3.78 \pm 0.23*†	3.37 \pm 0.15*	3.03 \pm 0.31
	50-100 m	4.45 \pm 0.26*†	3.91 \pm 0.19*	3.48 \pm 0.34
	100-150 m	4.24 \pm 0.31*†	3.69 \pm 0.16*	3.30 \pm 0.34
	150-200 m	4.07 \pm 0.29*†	3.58 \pm 0.13*	3.17 \pm 0.33
	Media	4.13 \pm 0.26*†	3.64 \pm 0.14*	3.25 \pm 0.32
Frecuencia de Ciclo ($ciclos \cdot min^{-1}$)	0-50 m	65.32 \pm 5.37†	59.00 \pm 3.72‡	63.56 \pm 8.61
	50-100 m	62.05 \pm 5.64†	56.83 \pm 3.72	59.52 \pm 8.06
	100-150 m	59.34 \pm 4.61†	54.10 \pm 3.49	55.55 \pm 7.94
	150-200 m	57.20 \pm 4.12†	52.58 \pm 3.18	53.42 \pm 7.88
	Media	60.98 \pm 4.69†‡	55.63 \pm 3.39	58.01 \pm 7.81
Longitud de Ciclo ($m \cdot ciclo^{-1}$)	0-50 m	3.49 \pm 0.31*	3.44 \pm 0.22*	2.88 \pm 0.26
	50-100 m	4.33 \pm 0.37*	4.15 \pm 0.28*	3.54 \pm 0.32
	100-150 m	4.30 \pm 0.33*	4.11 \pm 0.31*	3.60 \pm 0.33
	150-200 m	4.28 \pm 0.33*	4.10 \pm 0.29*	3.59 \pm 0.32
	Media	4.10 \pm 0.33*	3.95 \pm 0.26*	3.40 \pm 0.29
Índice de Ciclo ($m^2 \cdot (ciclos \cdot s)^{-1}$)	0-50 m	13.19 \pm 1.69*†	11.61 \pm 1.01*	8.74 \pm 1.16
	50-100 m	19.27 \pm 2.25*†	16.24 \pm 1.52*	12.30 \pm 1.63
	100-150 m	18.26 \pm 2.40*†	15.18 \pm 1.55*	11.87 \pm 1.60
	150-200 m	17.44 \pm 2.31*†	14.71 \pm 1.41*	11.39 \pm 1.55
	Media	17.04 \pm 2.11*†	14.44 \pm 1.29*	11.08 \pm 1.42

* $p < 0.001$ respecto a hombres canoa; † $p < 0.001$ respecto a damas kayak; ‡ $p < 0.05$ respecto a hombres canoa.

La frecuencia de ciclo muestra una tendencia decreciente, dándose los valores más altos de 0 a 50 m, significativamente superiores a los dos últimos tramos en todas las categorías, mientras que el último parcial también fue significativamente inferior al segundo para HK y damas kayak (DK) (figura 2). Por otro lado, la frecuencia de ciclo a lo largo de toda la distancia se mantuvo significativamente superior para la categoría HK respecto a DK, existiendo diferencias de los canoistas en el último tramo con los varones y en el primero con las mujeres (tabla 2).

La estabilidad a partir del segundo tramo es la principal característica de la longitud de ciclo en todas las categorías (figura 2), encontrándose valores significativamente inferiores en los HC respecto a las categorías de kayakistas, donde no existieron diferencias significativas (Tabla 2).

Respecto al índice de ciclo, al tratarse del resultado del producto de la velocidad y la longitud de ciclo, muestra una evolución parecida a la primera de ellas (figura 2), debido fundamentalmente a la estabilidad de la segunda, manifestándose diferencias entre todas las categorías para cada uno de los tramos (tabla 2), tal y como ocurre con la velocidad.

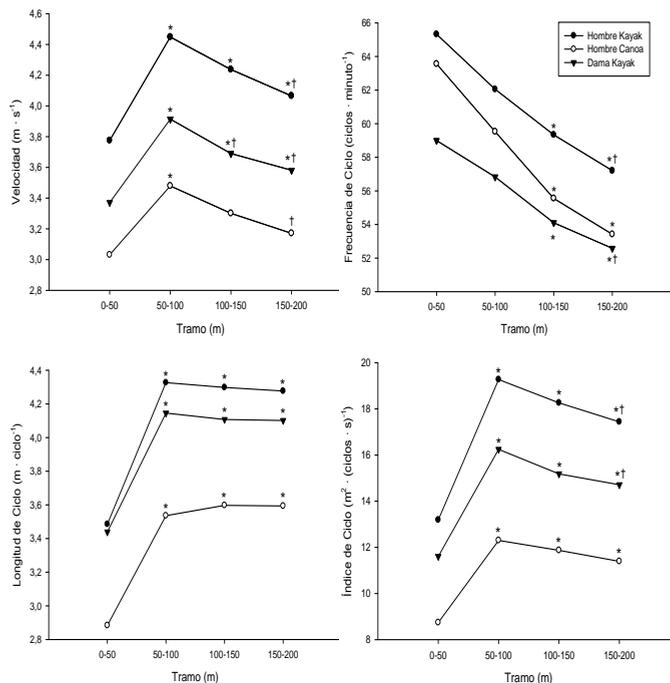


FIGURA 2. Evolución de la velocidad, frecuencia, longitud e índice de ciclo en la distancia de 200 m.

* $p < 0.05$ respecto al tramo de 0 a 50 m; † $p < 0.05$ respecto al tramo de 50 a 100 m

DISCUSIÓN

La principal aportación de este trabajo es la identificación de un patrón de rendimiento respecto a la evolución de las variables cinemáticas del paleo en piragüismo. En esta ocasión se aportan nuevos datos sobre todas las modalidades de la categoría infantil en la distancia de 200 m, ampliando los aportados únicamente en kayakistas de la misma categoría sobre 500 m (Alacid et al., 2005).

El comportamiento de la velocidad destaca por un primer tramo más lento que los demás al estar influido por la salida, seguido por el más rápido de toda la distancia, a partir del cual la variable muestra una disminución de sus valores. Esta tendencia decreciente coincide con la encontrada en otras investigaciones sobre 500 m (Alacid et al., 2005), 1000 m en palistas internacionales (Alacid y Carrasco, 2004; Sánchez y Magaz, 1993), y en remeros sobre 2000 m (Garland, 2005). Al comparar los valores aportados por Alacid et al. (2005) con los de este estudio, la velocidad máxima y mínima alcanzada sobre la distancia de 500 m fue de 4.18 ± 0.26 y 3.54 ± 0.21 m \cdot s⁻¹, respectivamente, valores inferiores a los obtenidos sobre 200 m por los HK y superiores a los del resto de categorías. No obstante, es importante considerar que la muestra de Alacid et al. (2005) integraba a hombres y mujeres. En coincidencia con este mismo estudio, encontramos diferencias significativas en los tramos analizados respecto a la velocidad media entre HK y DK.

La frecuencia de ciclo disminuye a lo largo de toda la distancia, siendo esta reducción especialmente significativa en los dos últimos tramos respecto a los dos primeros, aunque no en todos los casos. Esta distribución es similar a la que presentan los kayakistas infantiles sobre 500 m (Alacid et al., 2005) y coincide con uno de los modelos de distribución de la frecuencia de ciclo propuestos por Issurin (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% y 31.0% de los/as competidores/as en las pruebas de K-1 500 m masculino y femenino, respectivamente, y por el 41.7% y 38.5% de los/as ganadores/as de estas pruebas. Las frecuencias de ciclo en nuestro estudio son superiores a las alcanzadas en 500 m (55.8 ciclos \cdot min⁻¹ de frecuencia de ciclo máxima y 48.0 ciclos \cdot min⁻¹ de mínima) (Alacid et al., 2005). En este mismo estudio no se encontraron diferencias entre géneros respecto a la media de la frecuencia de ciclo, aspecto que sí se produce en nuestro estudio a lo largo de toda la distancia y en los valores medios entre HK y DK, lo que podría estar justificado por las diferentes distancias analizadas.

La principal característica de la longitud de ciclo es su estabilidad a lo largo de toda la distancia, exceptuando el primer tramo en el que se obtuvieron los valores más bajos, resultado que coincide con la distribución de la variable obtenida en kayakistas de la misma categoría sobre 500 m (Alacid et al., 2005), siendo los valores mínimos ($3.83 \pm 0.35 \text{ m} \cdot \text{ciclo}^{-1}$) y máximos ($4.66 \pm 0.38 \text{ m} \cdot \text{ciclo}^{-1}$), superiores a los aportados en el presente estudio. Alacid et al. (2005) también encontraron una longitud de ciclo media significativamente mayor en los hombres respecto a las mujeres en la distancia de 500 m, aspecto que no ocurre en el presente estudio, donde las diferencias principales se encuentran en la modalidad de kayak, ya sea masculino o femenino, respecto a la canoa masculina. Otro estudio realizado con palistas de la misma categoría (Cuesta et al., 1991), aporta datos sobre la longitud de ciclo obtenida tras realizar una prueba incremental en un kayakergómetro Modest, con valores que oscilan entre los 19.0 y los 22.0 $\text{m} \cdot \text{ciclo}^{-1}$, valores muy superiores a los presentados en este estudio (de $2.88 \pm 0.26 \text{ m} \cdot \text{ciclo}^{-1}$ a $4.33 \pm 0.37 \text{ m} \cdot \text{ciclo}^{-1}$).

El índice de ciclo al resultar del producto de la velocidad y la longitud de ciclo, presenta una distribución intermedia de ambas. Al comparar los resultados con el estudio de Alacid et al. (2005) se encuentran valores máximos ($19.50 \pm 2.26 \text{ m}^2 \cdot [\text{ciclo} \cdot \text{s}]^{-1}$) y mínimos ($13.58 \pm 1.58 \text{ m}^2 \cdot [\text{ciclo} \cdot \text{s}]^{-1}$) similares a los obtenidos por la categoría HK y superiores a los del resto de categorías. En esta variable, existen amplias diferencias entre todas las categorías estudiadas para cada uno de los tramos y valores medios analizados.

El presente estudio tiene diversas limitaciones. En primer lugar, la selección de la muestra fue realizada por la Real Federación Española de Piragüismo, a partir de los resultados obtenidos por los palistas en las pruebas oficiales establecidas en el calendario de competición de la categoría; en segundo lugar, existe una gran variabilidad en cuanto a los años de entrenamiento entre los palistas seleccionados (3-6 años), que podría aportar un mayor dominio del gesto técnico y un diferente comportamiento de las variables en los más experimentados; en tercer lugar, las diferencias en cuanto a maduración de los sujetos seleccionados, ya que las categorías estudiadas son establecidas por la edad cronológica de los sujetos, y no se realizó ningún tipo de valoración de la edad biológica; y por último, existen diferencias en cuanto a la longitud de la pala y el tamaño de la/s hoja/s utilizadas entre los palistas, lo que puede influir sobre las variables analizadas. Por todo ello, sería interesante realizar futuros estudios con palistas de categorías juvenil o senior, así como intentar valorar la influencia de la longitud de la pala y el tamaño de la/s hoja/s sobre las variables estudiadas.

CONCLUSIONES

La evolución de las variables cinemáticas es similar para las diferentes categorías, con una tendencia decreciente de la velocidad y el índice de ciclo a partir de los primeros 50 m, una estabilización de la longitud de ciclo a partir de esta distancia y una disminución progresiva de la frecuencia de ciclo desde el inicio de la prueba. Los valores obtenidos por las diferentes categorías muestran la superioridad de los hombres kayak para todas las variables, especialmente en la velocidad, debido a una mayor frecuencia de ciclo que la categoría femenina, mientras que en la longitud de ciclo no existen diferencias significativas. La categoría hombres canoa, es la más lenta debido a que presenta los menores valores de longitud de ciclo, ya que la frecuencia de ciclo obtiene valores intermedios respecto a los hombres y damas kayak.

REFERENCIAS

- 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., TORRES, G., SÁNCHEZ, J. Y CARRASCO, L. (2006). Validez de la ergometría en piragüismo. Estudio preliminar. *Motricidad. European Journal of Human Movement* (15), 119-127.
- 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.
- CAUBET, J. M. (1999). Estudio comparativo de los parámetros cinemáticos de la técnica de paleo, en un ergómetro de piragüismo y en agua. *Apunts. Medicina de l'esport* (131), 5-10.
- COSTILL, D. L., KOVALESKI, J., PORTER, D., FIELDING, R. Y KING, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: prediction in middle distance events. *International Journal of Sport Medicine* (6), 266-270.
- CRAIG, A. B., JR. Y PENDERGAST, D. R. (1979). Relationships of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise* (11), 278-283.
- CRAIG, A. B., JR., SKEHAN, P. L., PAWELCZYK, J. A. Y BOOMER, W. L. (1985). Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise* (17), 625-634.

- CUESTA, G., POLO, J. M. Y PADILLA, S. (1991). Correlación entre la marca deportiva obtenida en test de campo y parámetros fisiológicos obtenidos en laboratorio, en piragüistas adolescentes. *Apunts. Educación Física y Deportes* (18), 130-142.
- GARLAND, S. W. (2005). An analysis of the pacing strategy adopted by elite competitors in 2000 m rowing. *British Journal of Sports Medicine* (39), 39-42.
- GRAY, G. L., MATHESON, G. O. Y MCKENZIE, D. C. (1995). The metabolic cost of two kayaking techniques. *International Journal of Sport Medicine* (16), 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.
- KESKINEN, K., TILLI, L. J. Y KOMI, P. (1989). Maximum velocity swimming: interrelationships of stroking characteristics, force production and anthropometric variables. *Scandinavian Journal of Sport Science* (11), 87-92.
- PELHAM, T. W., BURKE, D. G. Y HOLT, L. E. (1992). The flatwater canoe stroke. *National Strength and Conditioning Association Journal* (14), 6-9.
- 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), 1721-1724.
- PLAGENHOEF, S. (1979). Biomechanical analysis of Olympic flatwater kayaking and canoeing. *Research Quarterly* (50), 443-459.
- SÁNCHEZ, J. L. Y MAGAZ, S. (1993). La Técnica. En J. L. Sánchez (Ed.), *Piragüismo (I)* (pp. 101-386). Madrid: COE.
- SHEPHARD, R. J. (1987). Science and medicine of canoeing and kayaking. *Sports Medicine* (4), 19-33.
- 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.
- 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.

Fuente de financiación: Trabajo realizado en el marco de ayudas a la investigación del Consejo Superior de Deportes, con el proyecto titulado "Influencia de factores antropométricos, somatotipo corporal, morfotipo raquídeo y capacidad física en el rendimiento de canoistas y kayakistas de categoría infantil" (Código: 04/UPR10/06).

