

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA TÉCNICA DE PALEO EN KAYAKISTAS INFANTILES

Alacid, F.; Ferrer, V.; Martínez, E. & Carrasco, L.
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte
Universidad Católica San Antonio de Murcia

RESUMEN

Se analizó la evolución de la velocidad (V), la longitud de ciclo (LCL), la frecuencia de ciclo (FCL) y el índice de ciclo (ICL) sobre un test máximo de 500 metros realizado por 44 kayakistas de 13 y 14 años, 24 de ellos hombres y 20 mujeres. Los datos se obtuvieron tras digitalizar las filmaciones de cada uno de los test. La V, la FCL y el ICL disminuyeron a lo largo de la prueba, mientras que la LCL se mantuvo estable. La FCL fue similar en ambos sexos, mientras que para las demás variables la categoría masculina obtuvo valores superiores. Se encontró una alta correlación inversa entre la FCL y la LCL y directa entre el ICL con la V y la LCL.

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

ABSTRACT

Evolution of speed (V), cycle length (LCL), cycle frequency (FCL) and cycle index (ICL) were analysed in 44 young kayakists (24 males and 20 females; 13 – 14 years old) who underwent a maximum-500 m test. Digitalized images from each test were obtained to measure the variables cited above. V, FCL and ICL decreased through the test, while LCL was kept stable. FCL was similar in both genders, although the values of remaining variables measured were significantly higher in males than in females. There was a significant inverse correlation between FCL and LCL and a significant direct correlation between ICL, V and LCL was found.

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

1. INTRODUCCIÓN

Hasta el momento, la gran parte de las valoraciones de la técnica de paleo en piragüismo de aguas tranquilas y más concretamente en la modalidad de kayak han sido realizadas desde el punto de vista cualitativo, evaluando las diferentes subfases del paleo diferenciando diversos requisitos técnicos (Sánchez y Magaz, 1993). El estudio de las variables cinemáticas en piragüismo se ha centrado en la distribución del esfuerzo en las distancias de competición (Issurin, 1998; Bishop et al, 2002; Alacid y Carrasco, 2004), y algo más sobre la frecuencia de paleo como uno de los parámetros a considerar al comparar el paleo en kayakergómetro y en agua (Barnes y Adams, 1998; Van Someren y Oliver, 2002; Alacid et al, 2004), en la obtención de relaciones entre la frecuencia de paleo y los umbrales aeróbico y anaeróbico (Cuesta et al, 1991), comparando la navegación en la estela y en solitario (Gray et al, 1995; Pérez-Landaluce et al, 1998b) y al valorar el efecto de diferentes frecuencias de paleo sobre el tiempo de agotamiento a intensidades correspondientes al consumo máximo de oxígeno (Leveque et al, 2002).

La inexistencia de estudios que aporten datos sobre el análisis cuantitativo de la técnica en piragüismo, obliga a tomar como deporte de referencia a la natación,

que además de poseer características similares como su carácter cíclico, abundan las investigaciones sobre el comportamiento de las variables cinemáticas. El estudio de la velocidad (V) como producto de la frecuencia de ciclo (FCL) y la longitud de ciclo (LCL) ha sido utilizado en natación para medir y evaluar la técnica de nado (Keskinen et al, 1989), por otro lado, Costill et al. (1985), introdujeron el concepto de índice de ciclo (ICL) como el resultado del producto de la LCL y la V, considerando esta nueva variable como un índice de la eficiencia y economía en el ciclo.

El estudio de la evolución de las variables cinemáticas anteriormente nombradas en piragüismo, aporta una información muy útil al entrenador, para una posterior optimización de la distribución del esfuerzo (Alacid y Carrasco, 2004) y de la relación entre FCL y LCL (Craig et al, 1985) a lo largo de la prueba, buscando una reducción o retrasando la aparición de la fatiga.

Los objetivos del presente estudio son: describir la evolución de la V, la LCL, la FCL y el ICL en un test máximo sobre la distancia de 500 m realizado por kayakistas de la categoría infantil masculino y femenino, buscar las posibles diferencias entre sexos y por último, establecer las posibles relaciones entre las variables estudiadas y el rendimiento en la prueba.

2. MATERIAL Y MÉTODO

Sujetos

Participaron en este estudio un total de 44 kayakistas de categoría infantil masculino y femenino, con edades comprendidas entre los 13 y 14 años. Todos ellos fueron seleccionados para su asistencia a la Concentración Nacional de Infantiles celebrada en el embalse de Villalcampo (Zamora) del 18 al 22 de Julio de 2004. Las características de la muestra se detallan en la tabla 1. 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 realizaron las pruebas.

Tabla 1. Características de la muestra

Categoría	Peso (kg)	Talla (cm)	IMC ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)	Años Práctica	Σ 6 Pliegues (mm)	Masa Grasa (kg)	Masa Ósea (kg)	Masa Muscular (kg)
Masculino n = 24	62.8 ± 9.9	171.0 ± 7.4	21.3 ± 2.1	3.5 ± 1.8	79.4 ± 28.52	12.2 ± 4.5	19.2 ± 1.5	39.7 ± 12.4
Femenino n = 20	55.3 ± 6.5	162.2 ± 4.2	21.0 ± 1.8	4.4 ± 1.5	107.5 ± 32.2	21.0 ± 4.6	17.5 ± 1.3	40.6 ± 3.8

Los datos se expresan como media \pm desviación estándar. IMC: Índice de masa corporal. Σ 6 Pliegues: tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior y medial de la pierna.

Procedimientos e Instrumental

Se efectuó la valoración antropométrica siguiendo las indicaciones del Grupo Español de Cineantropometría (GREC), a partir de la cual se determinó la composición corporal según los cálculos propuestos por Faulkner para la categoría masculina y Yuhasz para la femenina (Esparza, 1993).

Los palistas realizaron un test máximo de 500 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 prueba. Cada deportista utilizó su embarcación y pala habitual de entrenamiento. Las pruebas se desarrollaron en una lámina de agua sin corrientes y en ausencia de viento que pudiera interferir en los resultados.

Cada uno de los test realizados fueron grabados usando una videocámara Canon V400e (Canon Inc., Japón) la cual registró la totalidad de la prueba desde una perspectiva lateral al palista, ajustando en todo momento la proa del kayak al paso por las boyas con el objetivo de la cámara, facilitando de esta forma la posterior obtención de datos.

Las grabaciones resultantes fueron digitalizadas 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. Los datos obtenidos de las digitalizaciones se registraron en una hoja de cálculo Microsoft® Excel 2000 (Microsoft Corporation, EE.UU.).

Se establecieron tramos de 100 metros a lo largo de toda la distancia para conocer la evolución de las variables cinemáticas en la misma, a excepción del primer tramo, que se dividió en dos de 50 metros con el fin de determinar la influencia de la salida sobre estas variables.

Para el cálculo de la V se determinó el fotograma en el que la proa de la embarcación se encontraba alineada con las dos boyas que marcan los tramos anteriormente nombrados. Posteriormente se dividió la distancia analizada entre el número de fotogramas transcurridos en el tramo entre 25 (fotogramas por segundo), obteniendo los resultados en $m \cdot s^{-1}$. Las instrucciones de comienzo del test fueron las utilizadas habitualmente en piragüismo: “preparados... ¡ya!”, previamente todos los palistas se encontraron con la hoja izquierda sumergida esperando la señal de salida, se tomó como fotograma de comienzo aquel en el que el kayakista comienza a traccionar de la pala, no valorando el tiempo de reacción del deportista, de forma que éste no influya sobre las variables estudiadas, perjudicando los valores de los palistas con mayor tiempo de reacción.

Para la FCL, se contaron los ciclos completos realizados en el tramo, registrando los fotogramas en los que la hoja de la pala del lado de la grabación tomaba contacto con el agua, siendo estos fotogramas siempre iguales o superiores al utilizado para determinar la velocidad, es decir, se buscó el primer ataque realizado tras completar el tramo. Tras obtener estos datos se dividió el número de ciclos entre el número de fotogramas transcurridos entre 25 (fotogramas por segundo), obteniendo resultados expresados en $\text{ciclos} \cdot \text{s}^{-1}$. Existen dos circunstancias especiales para la obtención de la FCL: 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 la piragua se encuentra parada, y por ello posee características diferentes al resto de los ciclos de paleo; utilizándose en el último tramo el ataque previo a la entrada en meta, pues una vez concluida la prueba el palista suele dejar de palear.

La figura 1 muestra una serie de fotogramas consecutivos de los cuales las imágenes A2 y B2 son las seleccionadas para la determinación de la FCL y la V.

La LCL se obtuvo tras dividir la V entre la FCL obtenidas en un determinado tramo, expresando los resultados en $\text{m} \cdot \text{ciclo}^{-1}$. El ICL resultó del producto de la V y la LCL obtenidas en cada uno de los tramos.

Se comprobó la validez intra-observador repitiendo la obtención de datos de las grabaciones de 5 test seleccionados al azar. La segunda observación se realizó dos meses después de la primera obtención de datos, obteniendo un coeficiente de correlación muy alto ($r = 0.99$) entre ambas. La incertidumbre o error en la medida al digitalizar a 25 imágenes por segundo queda establecida en 0.04 segundos; mientras que 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 0.38 y 0.41% para tramos de 50 metros en el cálculo de la V y la FCL respectivamente, mientras que para los tramos de 100 metros quedó establecido en 0.17% para cada una de las variables anteriormente nombradas.

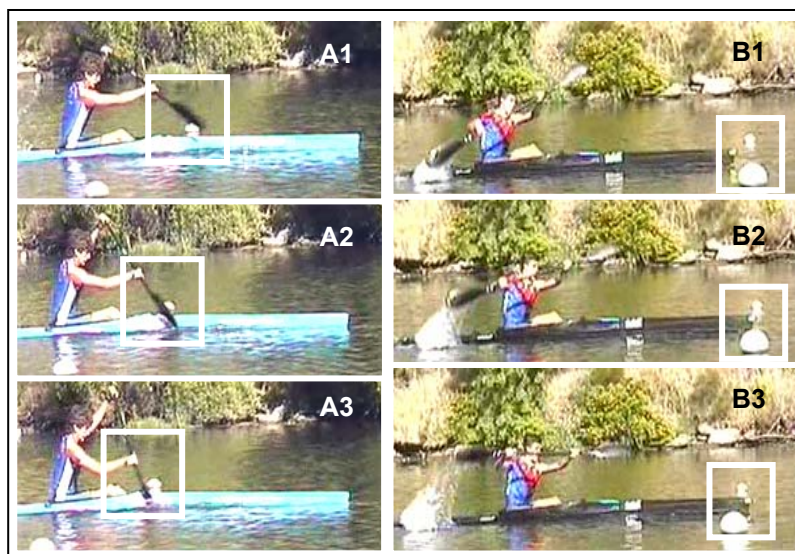


Figura 1. Obtención del fotograma para determinar la velocidad y frecuencia de ciclo. A1 y B1: fotograma en el que la pala aún no ha tocado el agua, ni la proa pasa entre las boyas

Análisis Estadístico

En cuanto al análisis estadístico de los datos, se utilizó el paquete informático SPSS 12.0, expresándose éstos como media \pm desviación estándar. Asimismo, se llevó a cabo un análisis multivariante de la variación (MANOVA) más un análisis post hoc de tipo Bonferroni para, de esta forma, comparar las variables consideradas a lo largo de los tramos, teniendo en cuenta, además, el factor sexo. Por otro lado, la relación entre las variables analizadas se realizó a través de un análisis de regresión lineal y del cálculo del coeficiente de correlación de Pearson. En todo caso se estableció un intervalo de confianza del 95%.

3. RESULTADOS

La figura 2 muestra la evolución de las variables cinemáticas a lo largo de la prueba.

La variable V alcanzó sus valores más bajos y altos en primer y segundo tramo respectivamente (3.54 ± 0.21 y $4.18 \pm 0.26 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). A partir este punto se produce una disminución significativa de esta variable hasta el cuarto tramo ($3.74 \pm 0.20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), manteniéndose los valores estables durante el resto de la distancia.

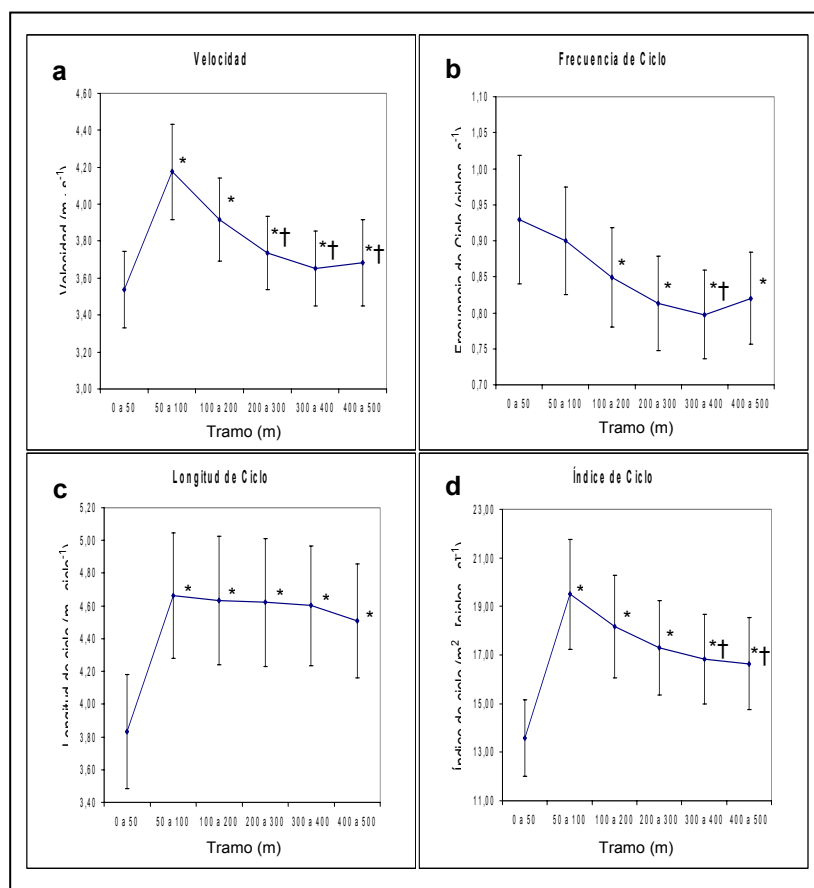


Figura 2. Evolución de las variables cinemáticas en los tramos

* Diferencias significativas respecto al tramo de 0 a 50

† Diferencias significativas respecto al tramo de 50 a 100

La FCL muestra sus valores más altos en los dos primeros tramos (0.93 ± 0.09 y 0.90 ± 0.07 $\text{ciclos} \cdot \text{s}^{-1}$), ambos significativamente superiores al resto. La variable alcanza su valor mínimo en el penúltimo parcial (0.80 ± 0.06 $\text{ciclos} \cdot \text{s}^{-1}$), el cual es significativamente inferior al tramo de 100 a 200 m (0.85 ± 0.07 $\text{ciclos} \cdot \text{s}^{-1}$), hecho que no ocurre en el resto de los últimos cuatro tramos.

La LCL se caracteriza por un primer tramo más lento que el resto (3.83 ± 0.35 $\text{m} \cdot \text{ciclo}^{-1}$), y una disminución progresiva, aunque no significativa, de la

variable a lo largo de toda la distancia (de $4.66 \pm 0.38 \text{ m} \cdot \text{ciclo}^{-1}$ a $4.51 \pm 0.35 \text{ m} \cdot \text{ciclo}^{-1}$).

El ICL describe un comportamiento parecido al de la V, un primer tramo con el valor más bajo ($13.58 \pm 1.58 \text{ m}^2 \cdot [\text{ciclos} \cdot \text{s}]^{-1}$), un segundo con el más alto ($19.50 \pm 2.26 \text{ m}^2 \cdot [\text{ciclos} \cdot \text{s}]^{-1}$), y una disminución significativa de la variable a lo largo de la distancia ($16.64 \pm 1.89 \text{ m}^2 \cdot [\text{ciclos} \cdot \text{s}]^{-1}$ en el último tramo).

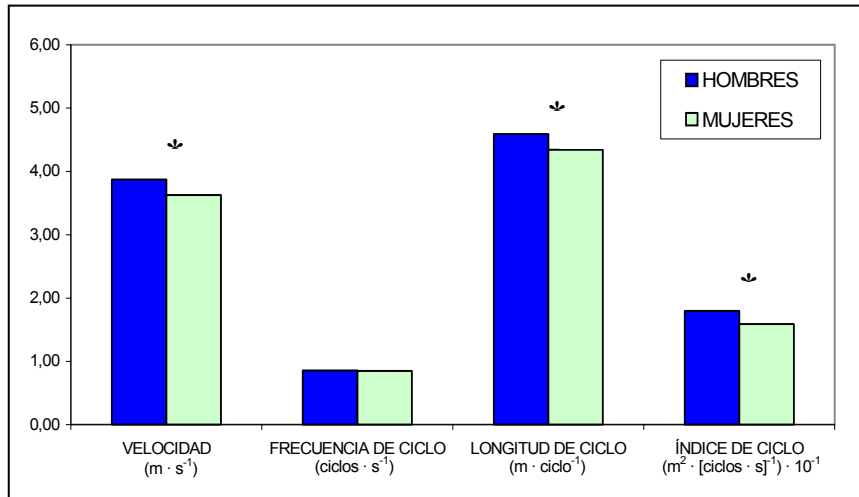


Figura 3. Valores medios de las variables cinemáticas por sexos

*Diferencias significativas entre sexos ($p \leq 0.001$)

La figura 3 representa el valor medio de las variables estudiadas agrupadas en función del sexo. Los hombres obtuvieron valores significativamente superiores ($p \leq 0.001$) en todas ellas excepto en la FCL, en la que no se detectaron diferencias significativas.

Las correlaciones existentes entre los valores medios de las diferentes variables quedan representadas en las figuras 4, 5 y 6.

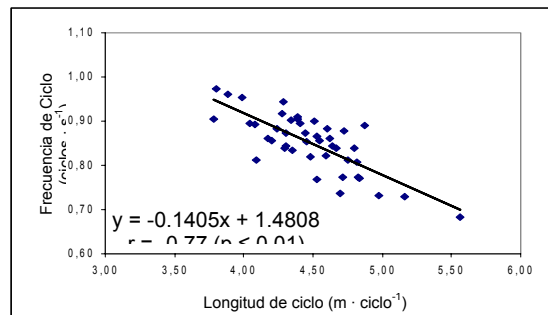


Figura 4. Correlación entre la frecuencia v la longitud

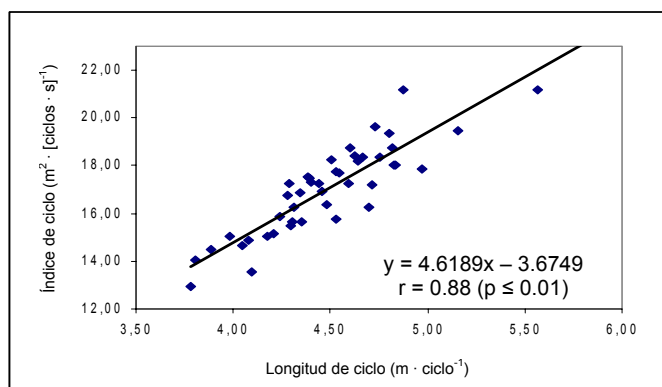


Figura 5. Correlación entre el índice y la longitud de ciclo

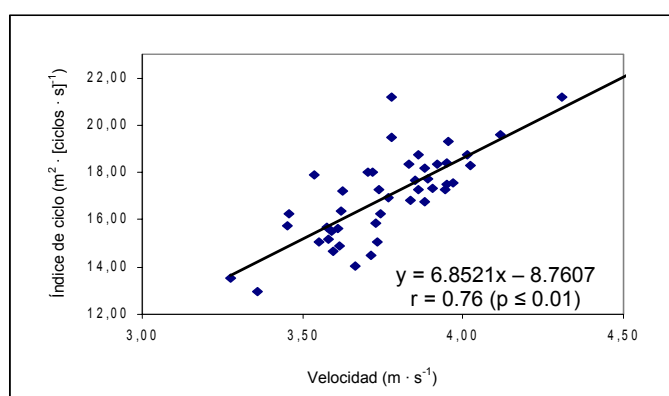


Figura 6. Correlación entre el índice de ciclo y la velocidad

4. DISCUSIÓN

Uno de los principales avances aportados en este estudio es de carácter metodológico, estableciendo un protocolo válido para determinar la evolución de las variables cuantitativas en piragüismo deporte en el que, a diferencia con la natación, no existen investigaciones publicadas que aborden esta temática. El uso de la digitalización de filmaciones para su posterior análisis, resulta una herramienta que aporta gran fiabilidad a los datos obtenidos. Algunas investigaciones determinan los valores de la FCL durante el desarrollo experimental mediante frecuencímetros manuales tanto en natación (Craig et al, 1985; Klentrou y Montpetit, 1991a; Klentrou y Montpetit, 1991b; Pelayo et al, 1996; Navarro, 1997; Pelayo et al, 1997) como en piragüismo (Cuesta et al, 1991; Pérez-Landaluce et al, 1998a; Pérez-

Landaluce et al, 1998b; Van Someren y Oliver, 2002; Alacid et al, 2004) , pudiendo acarrear problemas de fiabilidad a nivel intra- e inter-observador, además de no poder repetir la obtención de datos en las mismas condiciones.

Resulta de especial importancia la determinación de la FCL y la V en este tipo de investigaciones, ya que, a partir de las mismas se obtienen la LCL y el ICL, por ello, una adecuada colocación y velocidad de la cámara en la grabación es un factor clave para una correcta obtención de datos a posteriori. En natación, a pesar de que las cámaras se encuentran fijas, se asume una sobreestimación del 5% en la LCL debido a la influencia de los virajes sobre la velocidad de nado (Craig et al, 1985), error que contrasta con los valores máximos de error relativo de este estudio (de 0.17 a 0.41%).

La división de la distancia en parciales de 50 y 100 m aporta una mayor información sobre la evolución de las diferentes variables. Hasta ahora en piragüismo de manera estándar se tomaban valores de FCL y V en dos y cuatro tramos de 250 m para las distancias de 500 y 1000 m respectivamente (Sánchez y Magaz, 1993). Incrementando de esta forma los tramos en los que se obtiene información de 2 a 6 para la distancia de 500 m y de 4 a 11 para la de 1000 m, por lo que se puede identificar con mayor exactitud el momento en el que un palista es afectado por la fatiga o realiza un cambio de ritmo.

Tal y como se puede observar en la figura 2a, el comportamiento de la V es regresivo del segundo al cuarto tramo, a partir del cual la variable se estabiliza hasta el final de la prueba, teniendo en cuenta que el primer tramo es el más lento debido a que la salida se realiza con la embarcación parada. Otros estudios que analizaron los tiempos de paso en parciales de 250 m sobre la distancia de 1000 m en competiciones internacionales (Sánchez y Magaz, 1993; Alacid y Carrasco, 2004) describen una distribución de esfuerzo parecida, siendo el primer tramo el más rápido, produciéndose una disminución de la V hasta su estabilización en la última mitad de la carrera. En la natación de elite, la evolución de la V a lo largo de pruebas de 100 y 200 m, se caracteriza por una disminución de sus valores lo largo de los parciales de 50 m, en todos los estilos menos en la braza para las pruebas de 100 m femeninos y 200 m masculinos (Pai et al, 1984), mientras que otra investigación encuentra un comportamiento regresivo de la variable para las mismas distancias y estilo tanto en la categoría femenina como masculina (Thompson et al, 2000). Sin embargo, en la prueba de 400 m libres, la V disminuye en el primer cuarto de la prueba para después estabilizarse hasta el final de la distancia (Keskinen y Komi, 1993).

En el presente estudio, la FCL muestra una disminución significativa en sus tres primeros tramos, a partir de los cuales sigue decreciendo de una manera menos

acusada hasta obtener su valor mínimo en el penúltimo parcial, finalizando con un incremento de la variable no significativo en el último tramo. Este tipo de evolución coincide con dos de los modelos de distribución de la FCL propuestos por Issurin (1998) tras analizar 228 carreras en campeonatos del mundo y Juegos Olímpicos entre 1983 y 1997. Estos modelos eran usados por el 76.8 y 55.0% de los/as competidores/as en las pruebas de K-1 500 m masculino y femenino respectivamente y por el 91.7 y 84.6% de los/as ganadores/as de esta misma prueba. En natación la evolución de la FCL varía en función de la prueba y el estilo.

Algunas investigaciones encontraron incrementos de la variable en la segunda mitad de la distancia de 200 m en tres de las ocho pruebas (Pai et al, 1984) y concretamente en la braza sobre distancias de 100 y 200 m (Thompson et al, 2000), mientras que pruebas de duración mayor en estilo libre se caracterizan por una estabilización de la FCL tras los primeros 50 m y un incremento al llegar al final de la misma (Craig et al, 1985; Keskinen y Komi, 1993).

La principal característica de la LCL en esta investigación es su estabilidad a lo largo de toda la distancia exceptuando el primer tramo en el que se obtuvieron los valores más bajos. Distribución que contrasta con los resultados de investigaciones en natación caracterizadas por una disminución significativa de la variable a lo largo de la distancia para las pruebas de 100 y 200 m braza masculino y los 100 m femeninos y 200 m masculino en el estilo mariposa (Pai et al, 1984), en los 100 y 200 m braza masculinos y femeninos (Craig et al, 1985; Thompson et al, 2000) y en 400 m libres masculinos (Craig et al, 1985; Keskinen y Komi, 1993).

El comportamiento regresivo del ICL es similar al de la V, ya que éste se encuentra influenciado por la estabilidad anteriormente descrita de la LCL y la disminución progresiva de la V.

En la figura 3 se detallan las diferencias entre sexos, obteniendo el género masculino valores significativamente superiores de V y LCL que el femenino, resultado que coincide con los obtenidos en diversas investigaciones realizadas en la natación de elite (Craig et al, 1985; Kennedy et al, 1990; Chengalur y Brown, 1992; Arellano et al, 1994; Pelayo et al, 1996), aunque en algunas pruebas como los 100 m braza femeninos no se han encontrado diferencias respecto a la LCL (Kennedy et al, 1990). Las diferencias encontradas en el presente estudio en el ICL es resultado de las citadas anteriormente entre las variables de las que procede este índice. Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas entre sexos en la FCL, dato que coincide con los resultados obtenidos entre nadadores y nadadoras de alto nivel para todos los estilos y las distancias de 50, 100 y 200 m (Arellano et al, 1994), en los estilos libre y mariposa en competiciones de 100 m (Pai et al, 1984; Kennedy et al, 1990), para el estilo libre en distancias de 50 a 400 m (Pelayo et al, 1996) y para

todos los estilos y distancias menos el estilo libre en el que la frecuencia de brazada de las mujeres fue un 10% superior a la de los hombres (Craig et al, 1985). La FCL fue también superior en la categoría femenina en todos los estilos menos la espalda en la distancia de 200 m (Chengalur y Brown, 1992), sin embargo, los hombres obtuvieron valores superiores en esta variable comparando los 800 m libres femeninos con los 1500 m masculinos (Pelayo et al, 1996), en los 100 m braza (Pai et al, 1984) y espalda (Kennedy et al, 1990).

Merece una especial atención el estudio de Pelayo et al (1997), en el que comparan las mismas variables que en el presente estudio con una muestra de 2051 nadadores y nadadoras escolares de 11 a 17 años en la prueba de 50 m libres. Concluyendo que los nadadores son más rápidos que las nadadoras en todas las edades excepto los 12 años, en la que no existieron diferencias significativas. La LCL se caracterizó por la igualdad entre sexos, menos en los grupos de 11 y 12 años en los que las niñas desarrollaron unas longitudes de brazada superiores a los niños. En todas las edades los hombres obtuvieron valores mayores que las mujeres en cuanto a FCL. Mientras que el ICL pasó de la igualdad en los grupos de menor edad para ser superior en los nadadores de 14 a 17 años. Estos resultados difieren con los expuestos en el presente estudio, probablemente debido a las diferencias entre deportes, duración del test y sobre todo a que los/as kayakistas de esta investigación siguen un entrenamiento sistemático y los nadadores del anterior estudio realizaron un programa de natación escolar de seis horas de duración.

En el estudio de la correlaciones entre las variables cinemáticas observadas, destaca la alta correlación negativa existente entre la FCL y la LCL, lo que indica que cuando una de ellas incrementa su valor la otra lo disminuye, este resultado coincide frecuentemente con estudios realizados en natación, encontrando siempre importantes correlaciones negativas, con altos niveles de significación (Pai et al, 1984; Kennedy et al, 1990; Chengalur y Brown, 1992; Arellano et al, 1994). Por otro lado, las correlaciones entre la LCL y la V con el ICL encontradas en este estudio podrían llevarnos a pensar que tanto la LCL como el ICL son claros indicadores de la eficiencia de la palada, tal y como ocurre en natación (Costill et al, 1985), pero no debemos olvidar que el ICL incluye en su cálculo a la V y a la LCL, por lo que estas correlaciones deben ser analizadas con cautela (Keskinen et al, 1989). En la natación de alto nivel, abundan los estudios que identifican a la LCL como la variable con mayor correlación con la V de la prueba (Costill et al, 1985; Kennedy et al, 1990; Chengalur y Brown, 1992; Arellano et al, 1994; Chollet et al, 1997) o con la V máxima (Keskinen et al, 1989), aunque también hay publicaciones que correlacionan la V con la FCL (Klentrou y Montpetit, 1991a; Klentrou y Montpetit, 1991b). Por otro lado, los niveles de correlación entre la LCL y la FCL

con la V en esta investigación resultaron bajos ($r = 0.31$ y $r = 0.36$ respectivamente) aunque significativos ($p \leq 0.05$), lo cual no permite identificar relaciones claras de estas variables con el rendimiento en la prueba.

Con todos los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir, en primer lugar, que la evolución de las variables estudiadas a lo largo de la distancia de 500 metros en kayakistas infantiles es de carácter regresivo, excepto para la LCL que se mantiene constante, identificándose los valores máximos de V, LCL e ICL en las primeras fases de la prueba (parcial de 50 a 100 m). Por otro lado, los kayakistas hombres obtuvieron valores superiores de V, LCL e ICL, mientras que no se encontraron diferencias en la FCL en lo que al sexo se refiere. Además, la correlación entre la LCL y la FCL es de tipo inversa y, sin olvidar que la V es uno de los factores necesarios para el cálculo del ICL, esta última variable parece ser la única que puede tener una relación directa con el rendimiento en esta especialidad deportiva.

Por último, indicar que las posibilidades que, para el proceso de entrenamiento, presenta el análisis cuantitativo de la técnica realizado en esta investigación se basan, principalmente, en la búsqueda de una relación idónea entre la FCL y la LCL que maximice el rendimiento y minimice los requerimientos energéticos, en la creación de estrategias de carrera en cuanto a la evolución de la V y la FCL a lo largo de la distancia en cuestión, en el efecto que la fatiga pueda ejercer sobre estas variables cinemáticas, en 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 formación y ubicación de los deportistas en las embarcaciones de equipo.

REFERENCIAS

- Alacid, F. y Carrasco, L. (2004). Distribución del esfuerzo en piragüismo sobre 1000 metros. *III Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte*. (en CD). Universitat de Valencia: Valencia.
- Alacid, F.; Torres, G.; Sánchez, J. y Carrasco, L. (2004). Validez de la ergometría en piragüismo. Estudio Preliminar. *III Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte*. (en CD). Universitat de Valencia: Valencia.
- 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.
- Barnes, C.A. y Adams, P.C. (1998). Reliability and criterion validity of a 120 s maximal sprint on a kayak ergometer. *Journal of Sport Sciences*, 16(1), 25-26.

- Bishop, D.; Bonetti, D. y Dawson, B. (2002). The influence of pacing strategy on VO₂ max and supramaximal kayak performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(6), 1041-1047.
- 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 Sciences*, 17(2), 104-109.
- Chollet, D.; Pelayo, P.; Delaplace, C.; Tourny, C. y Sidney, M. (1997). Stroking characteristic variations in the 100-M freestyle for male swimmers of differing skill. *Perceptual and Motor Skills*, 85(1), 167-177.
- 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(5), 266-270.
- Craig, A.B.; Skehan, P.L.; Pawelczyk, J.A. y Boomer, W.L. (1985). Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(6), 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*, 18, 131-142.
- Esparza, F. (1991). *Manual de Cineantropometría*. Pamplona: FEMEDE.
- 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.
- 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.
- 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 Sciences*, 11(2), 87-92.
- Keskinen, K.L. y Komi, P.V. (1993). Stroking characteristics of front crawl swimming during exercise. *Journal of Applied Biomechanics*, 9(3), 219-226.
- Klentrou, P.P. y Montpetit R.R. (1991a). Physiologic and physical correlates of swimming performance. *Journal of Swimming Research*, 7(1), 13-18.

- Klentrou, P.P. y Montpetit R.R. (1991b). Effect of stroke rate and body mass on VO₂ in crawl swimming. *Journal of Swimming Research*, 7(3), 26-30.
- Leveque, J.M.; Brisswalter, J.; Bernard, O. y Goubault, C. (2002). Effect of paddling cadence on time to exhaustion and VO₂ Kinetics at the intensity associated with VO₂max in elite white-water kayakers. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 27(6), 602-611.
- Navarro, F. (1997). Relación de la concentración de lactato en sangre con los parámetros cinemáticos en nadadores de alto rendimiento. En Consejo Superior de Deportes (Ed.), *Rendimiento deportivo: parámetros electromiográficos (EMG), cinemáticos y fisiológicos* (pp. 9-54). Madrid: Ministerio de Educación y Cultura. Consejo Superior de Deportes.
- Pai, Y.C.; Hay, J.G Y Wilson, B.D. (1984). Stroking techniques of elite swimmers. *Journal of Sport Sciences*, 2(3), 225-239.
- Pelayo, P.; Sidney, M.; Kherif, T.; Chollet, D. y Tourny, C. (1996). Stroking characteristics in freestyle swimming and relationships with anthropometric characteristics. *Journal of Applied Biomechanics*, 12(2), 197-206.
- Pelayo, P.; Wille, F.; Sidney, M.; Berthoin, S.S. y Lavoie, J.M. (1997). Swimming performances and stroking parameters in non skilled grammar school pupils: relation with age, gender and some anthropometric characteristics. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 37(3), 187-193.
- Pérez-Landaluce, J.; Rodríguez, M.; Fernández, B.; Terrados, N.; García-Herrero, F. y Cobos, J. (1998a). Relación del VO₂ max específico y umbral láctico (4 mMol/L) con el rendimiento de mujeres kayakistas de alto nivel durante un año de entrenamiento. *Archivos de Medicina del Deporte*, 15(67), 385-390.
- Pérez-Landaluce, J.; Rodríguez-Alonso, M.; Fernández-García, B.; Bustillo-Fernández, E. y Terrados, N. (1998b). The importance of wash riding in kayaking training and competition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(12), 1721-1724.
- Sánchez JL, Magaz S. (1993). La técnica. En J.L. Sánchez, *Piragüismo I* (pp. 101-386). Madrid: Comité Olímpico Español
- Thompson, K.G.; Haljand, R. y MacLaren, D.P. (2000). An analysis of selected kinematic variables in national and elite male and female 100-m and 200-m breaststroke swimmers. *Journal of Sport Sciences*, 18(6), 421-431.
- 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(1), 28-32.