

Evolución dinámica y cinemática sobre 200m en kayakistas senior de aguas tranquilas

Dynamical and kinematic evolution of the 200m test in senior sprint kayakers

Sergio Pérez-Treus, Hector Lorenzo-Buceta, José Luís García-Soidán

Universidad de Vigo

Resumen. El entrenamiento moderno está actualmente apoyado por el uso de varios dispositivos que pueden valorar y evaluar las señales inerciales, biomédicas e incluso las fuerzas que aplican los deportistas. El objetivo de este estudio fue el determinar la evolución de las variables dinámicas y cinemáticas a lo largo de una prueba de 200 metros en kayakistas de alto nivel competitivo. Se realizó un test máximo de 200 m a 6 kayakistas de aguas tranquilas con la medición de las variables dinámicas y cinemáticas mediante un acelerómetro triaxial. Se encontraron pérdidas de fuerza de un 20.6% y de potencia relativa de un 14.8% entre el primer y último parcial. Aplicando una segmentación por parciales de 50 m, se encontraron diferencias significativas ($p < .05$) en la velocidad de los cuatro parciales en que se dividió la prueba de los 200 m, donde el parcial con mayor velocidad fue el segundo (50-100 m). En cuanto a la frecuencia de paleo se encontraron diferencias significativas ($p < .05$) entre el último parcial (150-200) y los dos primeros (0-50 y 50-100) siendo el último en donde se desarrollaba menos frecuencia de paleo propiciado principalmente por la fatiga acumulada. Los datos presentados pretenden dar información importante para la determinación del desempeño dinámico y cinemático de un palista en la competición de 200 m. La interpretación de estos datos aporta información acerca de la evolución de las variables de fuerza y potencia, que generan el avance de la embarcación y que están relacionadas con el rendimiento y éxito final.

Palabras Clave. Acelerometría, dinámica, cinemática, kayak, aguas tranquilas.

Abstract. The modern training is currently supported by the use of various devices that can assess and evaluate the inertial, biomedical signals and even the forces applied by the athletes. The aim of this research was to determine the evolution of the dynamic and kinematics variables along a 200 m individual test in highly competitive kayakers. It was performed a maximum test of 200 m to 6 sprint kayakers with the measurement of the dynamic and kinematics variables using a triaxial accelerometer. Force losses of 20.6% and relative power of 14.8% between the first and last partial found. Making a partial segmentation of 50m, were found statistically significant differences ($p < .05$) in the speed and four partials of 200m, where the partial faster was the second (50-100 m). As for the frequency of paddle, statistically significant differences ($p < .05$) between the last part (150-200 m) and the first two (0-50 and 50-100 m) were found, the latter being where less developed stroke rate led primarily by accumulated fatigue. The data presented in this study are intended to give important for determining the dynamic and kinematic performance of kayakers in the 200 m competition information. The interpretation of these data will provide information about evolution of force and power variables, variables that generate the progress of the boat and that are related to performance and ultimate success.

Keywords. Accelerometry, dynamics, kinematics, sprint canoeing.

Introducción

El entrenamiento moderno está actualmente apoyado por el uso de varios dispositivos que pueden valorar y evaluar las señales inerciales, biomédicas e incluso las fuerzas que aplican los deportistas (Aitken & Neal, 1992; Robinson, Holt, Pelham, & Furneaux, 2011; Stothart, Reardon, & Thoden, 1986). Los factores cinemáticos que afectan a la velocidad del kayak son variables importantes a la hora de la determinación del rendimiento durante el paleo (Michael, Rooney, & Smith, 2009).

El piragüismo de aguas tranquilas es una modalidad deportiva que forma parte de los Juegos Olímpicos en las distancias de 500 y 200 m para las mujeres y 1000 y 200 m para los hombres en sus disciplinas de kayak y canoa. La prueba de 200m que se realiza tanto en hombres como en mujeres, pasó a formar parte del programa olímpico en los Juegos Olímpicos de Londres 2012.

En el piragüismo de aguas tranquilas se pueden encontrar cuatro estrategias de competición, relacionadas con la evolución de la frecuencia de paleo del deportista (Isturri, 1998). La valoración del desempeño biomecánico ya se viene utilizando en deportes como el remo (Lorenzo-Buceta, et al. 2014; Mattes & Schaffert, 2010), en ciclismo (Candotti, et al. 2007), en atletismo (Ogueta-Alday, Muñoz & García-López, 2014) e incluso utilizado en la valoración de la actividad física mediante acelerometría (Machado-Rodrigues, et al. 2012; Oviedo, et. 2013).

En la literatura científica existe muy poca documentación sobre el análisis de variables dinámicas (fuerza y potencia aplicada) o cinemáticas (velocidad y aceleración) en el piragüismo de aguas tranquilas. Las publicaciones en esta línea parten del análisis de fuerzas mediante galgas extensiométricas (Aitken & Neal, 1992; Stothart, et al., 1986) y el

análisis de las fuerzas netas mediante acelerómetros triaxiales (Carter, Peach, Pelham, & Holt, 1994; Pérez-Treus, et al. 2012; Robinson, et al. 2011). En cuanto al estudio cinemático y evolución de sus variables a lo largo de una prueba varios autores (Alacid, et al. 2008; Alacid, et al. 2005; Oliveira, Bullock, & Coutts, 2013; Vaquero-Cristóbal, et al. 2013) analizaron los cambios que se producían en la frecuencia de paleo, longitud del ciclo de paleo o la velocidad de la embarcación a lo largo de las pruebas de 1000, 500 y 200 metros.

Alacid et al. (2010) describieron la forma que tenían de competir los palistas participantes en los Juegos Olímpicos de Pekín en las distancias de 1000 y 500 m de las 12 pruebas. En este estudio los autores concluyeron que tanto las estrategias de paso como la frecuencia de ciclo tenían una evolución decreciente, no existiendo diferencias significativas entre las series clasificatorias y finales.

Durante la competición en kayak, la fuerza que se genera se transfiere desde el deportista a través del eje de la pala en el agua generando una fuerza propulsiva. Esta fuerza se encarga de propulsar el kayak y generar velocidad (Baker, 2012).

Aitken y Neal (1992), en un estudio, centraron su objeto de investigación en desarrollar un sistema computarizado preciso, portátil y ligero para la determinación de las fuerzas aplicadas en el paleo de kayakistas. Estos autores encontraron valores de entre 200.6 y 313.5 N de fuerza para la palada izquierda y derecha, respectivamente. En los análisis, estos mismos autores, encontraron que el pico máximo de fuerza se alcanzaba a tan solo 210 y 230 ms, para la palada derecha e izquierda, respectivamente.

Robinson et al. (2011) pretendieron determinar si un acelerómetro en la embarcación podría ayudar a los entrenadores y deportistas con medidas objetivas de evaluación del paleo, y de esta forma seleccionar y combinar la mejor tripulación para las embarcaciones de equipo. Estos autores concluyeron que los datos recogidos mediante acelerometría en las embarcaciones individuales (K1) y de equipo (K4) fueron consistentes con las observaciones personales más subjetivas y el análisis de

video, y además el análisis de acelerometría ponía objetividad a la valoración de la técnica de paleo.

Pérez-Treus et al. (2012) en un estudio sobre la aplicación de la acelerometría en la distancia de 200 m encontraron fuerzas netas máximas promedio en las paladas de 174.10 N y una velocidad máxima alcanzada en la prueba de 5.49 m.s⁻¹. Estos autores concluyeron que el análisis de acelerometría en el kayak puede dar datos sobre simetría de paleo, con lo que se podría abordar una futura lesión deportiva por déficits de fuerza bilateral.

Las mediciones de fuerza y de potencia generada por el deportista en la embarcación es una herramienta valiosa de evaluación, ya que proporciona datos representativos en una situación determinada de paleo (Stothart, et al., 1986).

Ninguno de estos estudios ha intentado estudiar la evolución de estas variables dinámicas y cinemáticas a lo largo de una prueba determinada, todas ellas presentan valores de fuerza, potencia o velocidad globales y no la distribución de las mismas a lo largo de la prueba.

El estudio de la evolución de la velocidad de la embarcación o la frecuencia de paleo pueden dar información relevante a técnicos y deportistas (Sperlich & Baker, 2002). El conocimiento del comportamiento de las evolución de estas variables dinámicas y cinemáticas a lo largo de la prueba de 200 m puede servir de ayuda a técnicos y deportistas con el fin de poder valorar las pérdidas de fuerza o velocidad, y determinar la estrategia de competición en función de sus necesidades biomecánicas y energéticas.

Por tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la evolución de las variables dinámicas y cinemáticas a lo largo de una prueba de kayak de 200 metros individual senior, en hombres de alto nivel competitivo.

Metodología

Participantes

Se realizó un estudio descriptivo y transversal sobre un grupo de 6 hombres kayakistas de alto nivel (participantes en Campeonatos de Europa y/o mundiales) que realizaban la prueba de 200 m de piragüismo en aguas tranquilas. El promedio de edad de la muestra de estudio se situó en 21.3±2.5 años, con una talla de 177.4±8.8 cm, un peso de 76.0±8.0 kg, y una envergadura de 181.1±7.2 cm.

Instrumento

Para la adquisición y tratamiento de datos se utilizó un sistema de acelerometría triaxial Serie UP/CK/V1 (Umana Innova S.L., Vigo, España), con una señal de frecuencia de 100Hz, y un software de análisis de datos UP/CK/V1 - AIM RS2 (Umana Innova S.L., Vigo, España). El test se realizó en una lámina de agua estable sin viento (<1 m.s⁻¹), después de la medición con un anemómetro portátil PCE-AM81 (PCE Instruments, Albacete, España), sobre una distancia de 200 m balizada cada 25 metros. Previamente a la realización de las pruebas se comprobó el correcto anclaje del sistema de acelerometría, a través de bandas *dual lock* (3M TB4575, Minnesota, Estados Unidos), a la embarcación (figura 1), con el objetivo de que no se produjera ningún movimiento de la misma. El sistema se situó correctamente nivelado en función del asiento donde se sienta el deportista (figura 1), este fue colocado a 15cm de la parte posterior de la bañera de la embarcación y en la parte media de la misma.

Procedimiento

Los test se realizaron en una pista de 200 m balizada y reconocida por la European Canoe Association (ECA). Los test comenzaron con una fase previa de calentamiento general y específico (15 min). Dos minutos previos al inicio del test se procedió a encender la central de captura de datos para la comprobación de la detección de la señal GPS.

La prueba se inició con la embarcación totalmente parada y la proa situada a la altura de las boyas que marcaban la distancia de 200 m. La orden de salida se originó de forma acústica («Atentos, YA»), simulando las competiciones oficiales. Todas las pruebas fueron grabadas con una



Figura 1. Colocación del acelerómetro triaxial Serie UP/CK/V1 (Umana Innova S.L., Vigo, España) en la embarcación

videocámara HD para su análisis posterior y poder así, sincronizar el video con los datos de la acelerometría y proceder al análisis de cada palada. Esta grabación contaba con una frecuencia de captura coincidente con la señal GPS, siguiendo el modelo presentado por Janssen y Sachlikidis (2010).

Se analizaron variables de fuerza (N), potencia relativa (w.kg⁻¹), velocidad (m.s⁻¹), aceleración (m.s⁻²) y frecuencia de paleo (pal.min⁻¹). Estos datos se recogieron teniendo en cuenta la capacidad neta y máxima, que el palista obtenía en cada una de las paladas del test de 200 m y que hacían avanzar la embarcación, por lo que se detectaron datos máximos de cada una de las paladas.

Análisis estadístico de los datos

Para el análisis de los datos recogidos mediante la central de captura se extrapolaron los datos procedentes de la aceleración en el eje X (dirección longitudinal de la embarcación) y la velocidad (GPS) y así poder determinar las distintas variables dinámicas y cinemáticas (tabla 1). Para realizar el análisis de la evolución de las variables dinámicas a lo largo de una prueba de K1 200 m se realizaron las mediciones en parciales de 50 metros, siguiendo otros estudios (Alacid, et al. 2008; Vaquero-Cristóbal, et al. 2013).

Tras la recogida de todos los datos y posterior análisis de los mismos en el software UP/CK/V1 - AIM RS2 (Umana Innova S.L., Vigo, España), se utilizó en software estadístico SPSS 20.0 para el tratamiento de los datos, se analizaron los valores de tendencia central (media, desviación típica, mínimo y máximo) y tras la aplicación de la prueba de normalidad (*Kolmogorov-Smirnov*) y homogeneidad de varianzas de (*Levene*) se realizó la prueba *ANOVA* de un factor utilizando la prueba post-hoc de *Games-Howell*, estableciéndose el nivel de significación en $p < .05$.

Tabla 1. Fórmulas para el análisis de las variables dinámicas y cinemáticas

Variable	Fórmula
Aceleración (m.s ⁻²)	= G*9.81
Fuerza (N)	= Kg*m.s ⁻²
Potencia relativa (w.kg ⁻¹)	= (Kg* m.s ⁻²)*m.s ⁻¹ / Kg
Frecuencia paleo (pal.min ⁻¹)	= duración palada (s) /60
Velocidad GPS (m.s ⁻¹)	= km.h ⁻¹ /3,60

Kg: Peso conjunto palista/embarcación

Resultados

Después de analizar los datos de 6 kayakistas de alto nivel, se encontraron valores promedio de fuerza aplicada de 267.00±54.00 N, en el total de la prueba de 200 m. En la tabla 2 se puede observar la evolución de las distintas variables dinámicas y cinemáticas a lo largo de la prueba de K1 200 m.

Análisis dinámico

Se pudo comprobar que tanto la fuerza (N) como la potencia relativa (w.kg⁻¹) tendieron a decrecer a lo largo de los cuatro parciales (figura 2). Esta pérdida se situó en 61.13 N (20.65%) para la variable de fuerza, mientras que para la variable de potencia relativa fue de 2.16 w.kg⁻¹ (14.89%) entre el primer parcial (0-50) y el último (150-200), como podemos observar en la tabla 2.

Tabla 2. Evolución y diferencias entre las variables dinámicas y cinemáticas durante la prueba de 200m

Variable	Hombres Kayak (Medio±DT)	
Parciales (m)		
	0-50	139.77±2.73
	50-100	139.21±4.48
	100-150	132.42±7.63
	150-200	125.77±10.05*†
	Media	134.71±5.28
	0-50	4.46±0.14†‡
	50-100	5.20±0.12*†‡
	100-150	4.98±0.07*†‡
	150-200	4.77±0.10*†‡
	Media	4.84±0.08
	0-50	3.25±0.58
	50-100	3.04±0.54
	100-150	2.77±0.52
	150-200	2.57±0.34
	Media	2.93±0.49
	0-50	295.95±62.84
	50-100	276.31±57.11
	100-150	252.51±56.15
	150-200	234.82±42.05
	Media	267.00±54.01
	0-50	14.50±3.16
	50-100	15.93±3.10
	100-150	13.88±2.69
	150-200	12.34±1.72
	Media	14.21±2.60
Rendimiento en K1 200 m (s)		41.20±0.62

*p<.05 respecto al parcial 0-50m; †p<.05 respecto al parcial 50-100 m; ‡p<.05 respecto al parcial 100-150 m

En cuanto a la segmentación por parciales, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p>.05$) entre los cuatro parciales de 50 m y la fuerza y potencia relativa.

Análisis cinemático

La velocidad promedio alcanzada fue de 4.8 ± 0.0 m.s⁻¹, con una frecuencia de paleo de 134.7 ± 5.2 pal.min⁻¹ y una aceleración promedio de la embarcación de 2.9 ± 0.4 m.s⁻², como se puede observar en la tabla 2.

Tras la realización de la prueba ANOVA se encontraron diferencias estadísticamente significativas (tabla 2) entre las variables de velocidad y frecuencia de paleo y los diferentes parciales de estudio. En lo referido a la velocidad se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p<.05$) entre los cuatro parciales, siendo el segundo parcial (50-100) en el que se logró alcanzar la velocidad máxima de carrera. En cuanto a la frecuencia de paleo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el último parcial (150-200) y los dos primeros (0-50 y 50-100); obteniendo una mayor frecuencia de paleo en los dos primeros; mientras que en el último se encontraron los valores más bajos. En el tercer parcial (100-150) no se encontraron diferencias significativas ($p>.05$) con respecto a la frecuencia de paleo y los otros parciales. En la figura 3 se puede observar esa tendencia decreciente que se establece entre la velocidad y la frecuencia de paleo.

Discusión

El objetivo de este estudio fue determinar la variación que presentaban, tanto las variables dinámicas como las cinemáticas a lo largo de una prueba de 200 m en el piragüismo de aguas tranquilas. La valoración de la evolución de las variables dinámicas (fuerza y potencia relativa) y cinemáticas (velocidad, aceleración y frecuencia de paleo) es imprescindible para la determinación del comportamiento motor que posee el deportista a lo largo de la prueba. La acelerometría nos permite detectar déficits de fuerza y/o potencia que desarrolla el piragüista a lo largo de la competición.

En la literatura científica existen pocas investigaciones al respecto. Los estudios publicados sobre valoración de las variables dinámicas, solamente se preocupan por determinar cuanta fuerza o potencia es capaz de desarrollar un piragüista y no de la distribución de la misma a lo largo de la competición. Aitken y Neal (1992) en su estudio de diseño de un instrumento que permitiera valorar la fuerza que ejercía el palista durante la palada, encontraron fuerzas aplicadas promedio en una distancia de 500 m de entre 200.6 y 213.5 N. Estos autores realizaron los análisis de fuerzas en la pala mediante la instrumentación de las mismas, con galgas extensiométricas. Alacid et al. (2008) en un estudio sobre la determinación de la evolución de las variables cinemáticas (velocidad y

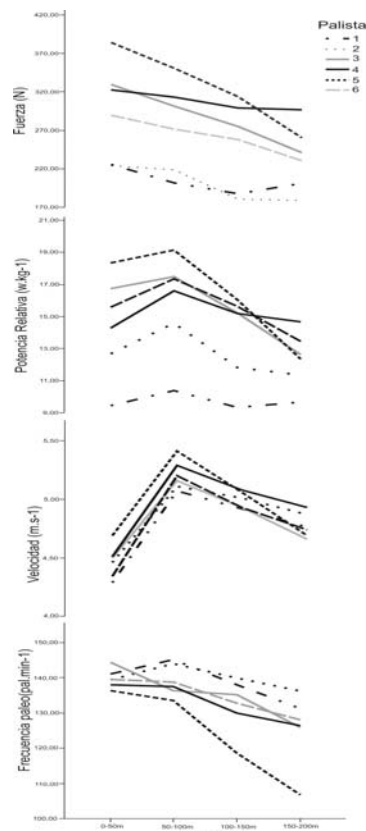


Figura 2. Evolución de las variables dinámicas y cinemáticas en kayakistas senior de aguas tranquilas

frecuencia longitud e índice de ciclo de palada) en palistas de categoría infantil sobre la distancia de 200 m, encontraron valores promedio de velocidad de 4.13 m.s⁻¹ y diferencias significativas entre los cuatro parciales analizados de los 200 m, siendo el segundo parcial el más rápido 4.4 ± 0.2 m.s⁻¹, datos similares a los encontrados en el presente estudio, que también tuvo al segundo parcial como el de más velocidad (5.2 ± 0.1 m.s⁻¹). En cuanto a la frecuencia de paleo, en este estudio se obtuvieron valores similares, encontrándose diferencias significativas entre el primer parcial y el último. En el primer parcial fue donde encontramos la mayor frecuencia de paleo, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre el primer y segundo parcial.

En esta línea, Vaquero-Cristóbal et al. (2013) encontraron diferencias entre la velocidad de la embarcación y cada uno de los cuatro parciales, siendo el segundo parcial el de mayor velocidad.

En lo referido al análisis de la distribución de la fuerza a lo largo de una prueba determinada, no encontramos estudios al respecto en la literatura científica. Un estudio similar fue el realizado por Pérez-Treus et al. (2012), en el que analizaron la distribución de la fuerza bilateral en el K1 200 m, mediante acelerometría. En este estudio, se encontraron valores de fuerza neta máxima aplicada de 174.1 ± 5.5 N y una velocidad promedio de 4.8 ± 0.7 m.s⁻¹. Los datos de este estudio mostraron que durante la prueba de K1 200 m se produjeron déficits de fuerza y potencia (diferencia entre el primer y último parcial). Los datos promedios de la pérdida de fuerza y potencia entre el primer y último parciales fueron de un 20.65%, y un 14.89%, respectivamente.

En cuanto al momento de mayor pérdida de rendimiento (diferencia entre parciales) se pudo observar que entre el segundo (50-100) y el cuarto (150-200) parcial se produjeron las mayores pérdidas de potencia relativa (22.53%) y de frecuencia de paleo (9.65%), así como también una pérdida de un 15.01% de la fuerza. Gee et al. (2013) encontraron una pérdida significativa de potencia total entre el primer y último parcial en remeros sobre un test de 2000 m, siendo un momento importante en la pérdida de rendimiento.

Tanto los valores dinámicos como los cinemáticos y sus diferencias entre los distintos parciales, podrían ayudar a entrenadores y deportis-

tas a detectar los momentos de la prueba en los que mayores pérdidas se producen, y así poder realizar una mejor planificación de los entrenamientos del deportista.

Desde el punto de vista práctico, en este trabajo se utilizó la acelerometría para realizar un análisis dinámico (fuerza y potencia relativa) y cinemático (frecuencia de paleo y aceleración promedio) de cada uno de los parciales de la prueba, así como los porcentajes de pérdida entre ellos. Algunas de las limitaciones importantes de este trabajo fueron: la escasa muestra con la que trabajamos; no contar con mujeres para el estudio; la no segmentación del estudio teniendo en cuenta las dimensiones y regulaciones del material de competición. Todo esto hace que los resultados de este trabajo deban interpretarse con cautela. En futuros estudios se tendrán en cuenta estas limitaciones, con el fin de corregirlas y abarcar una muestra mayor con kayakistas de ambos sexos, y evitar también los sesgos producidos por la regulación del material deportivo utilizado.

Conclusiones

Mediante la acelerometría podemos medir la evolución dinámica y cinemática de los kayakistas senior en la prueba de 200 m, analizando datos de fuerza, potencia relativa, aceleración y velocidad, en cada uno de los tramos de la prueba y cómo influyen en el tiempo final. El control de los déficits de fuerza en cada uno de los parciales o las pérdidas de velocidad, fuerza y potencia relativa pueden orientar a los entrenadores y deportistas para que intenten mejorar el rendimiento de los parciales, mediante un trabajo específico en los entrenamientos. En este estudio, encontramos que la mayor pérdida de rendimiento se situó entre el segundo y el cuarto parcial de la competición, con una pérdida importante de la potencia relativa, fuerza y frecuencia de paleo.

Agradecimientos

Quisiéramos agradecer el apoyo del Centro Gallego de Tecnificación Deportiva (Pontevedra) y a la Federación Gallega de Piragüismo en lo referido al material, así como a los distintos clubes y deportistas que formaron parte de este estudio.

Referencias

Aitken, D. A., & Neal, R. J. (1992). An on-water analysis system for quantifying stroke force characteristics during kayak events. *International Journal of Sport Biomechanics*, 8, 165-173.

Alacid, F., Ferrer, V., Martínez, E., & 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., & Martínez, I. (2008). Evolución y comparación de la velocidad, frecuencia, longitud, e índice de ciclo sobre 200-m, en palistas infantiles de diferentes modalidades. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 20, 15 – 27.

Alacid, F., López-Miñarro, P. A., & 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*, 10(38), 203-217.

Baker, J. (2012). Biomechanics of paddling. *XXX Annual Conference of Biomechanics in Sports*. Melbourne.

Candotti, C. T., Ribeiro, J., Soares, D. P., De-Oliveira, A. R., Loss, J. F., & Guimarães, A. C. (2007). Effective force and economy of triathletes and cyclist. *Sports Biomechanics*, 6(1), 31 – 43.

Carter, A. G. W., Peach, J. P., Pelham, T. W., & Holt, L. E. (1994). Discrete measures of c-1 craft acceleration using various paddle designs. *XII International Symposium on Biomechanics in Sports*, Budapest-Siófok, Hungary.

Gee, T. I., French, D. N., Gibbon, K. C., & Thompson, K. G. (2013). Consistency of pacing and metabolic responses during 2000-m rowing ergometry. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8, 70-76.

Issurin, V. (1998). Analysis of the race strategy of world-class kayakers. In 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.

Janssen, I., & Sachlikidis, A. (2010). Validity and reliability of intra-stroke kayak velocity and acceleration using a GPS-based accelerometer. *Sports Biomechanics*, 9 (1), 47-56.

Ogueta-Alday, A., Muñoz, F., & García-López, J. (2014). Análisis biomecánico de la competición de 3000m obstáculos. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 26, 157 – 162.

Oliveira, T., Bullock, N., & Coutts, A. J. (2013). Pacing characteristics of international sprint kayak athletes. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13, 353 – 364.

Oviedo, G., Sánchez, J., Castro, R., Calvo, M., Sevilla, J. C., Iglesias, A., & Guerra, M. (2013). Niveles de actividad física en población adolescente: estudio de caso. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 23, 43 – 47.

Pérez-Treus, S., García-Soidán, J. L., Arce, E., Portela, T., Alfonso, X., & Alfonso, A. (2012). Acelerometría aplicada en el piragüismo de aguas tranquilas. *IV Congreso Internacional de entrenadores de piragüismo de aguas tranquilas*. Catoira. Pontevedra.

Lorenzo-Buceta, H., Pérez-Treus, S., García-Soidán, J. L., Arufe-Giraldez, V., Alfonso, X., & Alfonso, A. (2014). Análisis dinámico en el remo de banco fijo: La trainera. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 25, 120-123.

Machado-Rodrigues, A. M., Coelho e Silva, M. J., Mota, J., Santos, R. M., Cumming, S. P., & Malina, R. M. (2012). Physical activity and energy expenditure in adolescent male sport participants and nonparticipants aged 13 to 16 years. *Journal of Physical Activity and Health*, 9, 626 – 633.

Mattes, K., & Schaffert, N. (2010). New measuring and on water coaching devices for rowing. *Journal of Human Sport & Exercise*, 5(1), 226 – 239.

Michael, J. S., Rooney, K. B., & Smith, R. M. (2009). Determinants of kayak paddling performance. *Sports Biomechanics*, 8, 167–179.

Robinson, M. G., Holt, L. E., Pelham, T. W., & Furneaux, K. (2011). Accelerometry measurements of sprint kayaks: The coach's new tool. *International Journal of Coaching Science*, 5(1), 45 – 56.

Sperlich, J., & Baker, J. (2002). Biomechanical testing in elite canoeing. *XX International Symposium on Biomechanics in Sport*. Cáceres: Spain.

Stothart, J. P., Reardon, F. D., & Thoden, J. S. (1986). A system for the evaluation of on-water stroke force development during canoe and kayak events. *IV International Symposium on Biomechanics in Sports*, Halifax, Canada.

Vaquero-Cristobal, R., Alacid, F., López-Plaza, D., Muyor, J. M., & López-Miñarro, P. A. (2013). Kinematics variables evolution during a 200-m maximum test in Young paddlers. *Journal of Human Kinetics*, 38, 15 – 22.

