

# **VALIDEZ DE LA ERGOMETRÍA EN PIRAGÜISMO PARA LA DETERMINACIÓN DEL UMBRAL ANAERÓBICO. ESTUDIO PRELIMINAR.**

**Fernando Alacid Cárceles<sup>1</sup>**

**Gema Torres Luque<sup>1</sup>**

**José Sánchez Martínez<sup>2</sup>**

**Luis Carrasco Páez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> **Universidad Católica San Antonio de Murcia**

<sup>2</sup> **Centro de Medicina del Deporte. Patronato Deportivo Municipal de San Javier**

## **RESUMEN**

Con el fin de determinar la validez de la ergometría en kayak para programar el entrenamiento en agua, se compararon las respuestas fisiológicas de un grupo de cinco mujeres palistas adolescentes en kayakergómetro y en agua. Se realizó un test incremental y máximo en laboratorio, registrando la frecuencia cardiaca (FC), la frecuencia de paleo (FP) y la concentración de lactato a lo largo de la prueba. Una vez establecido, para cada piragüista, el umbral anaeróbico (UAN) junto con la FC y la FP en este punto, se realizó un test de 20 minutos de paleo en agua a la FC correspondiente al UAN, obteniendo la FP así como las concentraciones de lactato en los minutos 0, 5 y 20 de la prueba y 3 y 5 del periodo de recuperación. Aunque no existen diferencias significativas entre las concentraciones de lactato y las FP, los niveles de correlación obtenidos no fueron significativos, siendo necesario un estudio con una mayor muestra para obtener resultados más concluyentes.

Piragüismo, kayakergómetro, umbral anaeróbico, frecuencia de paleo.

## **INTRODUCCIÓN**

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

El piragüismo de aguas tranquilas es un deporte incluido en el programa olímpico en las disciplinas de canoa y kayak sobre las distancias de 500 metros para la categoría femenina y 500 y 1000 metros en la masculina. El tiempo que tardan las embarcaciones de alto nivel en cubrir estas distancias, oscila del minuto y veinte segundos que tarda el kayak masculino de cuatro plazas sobre 500 metros a los cuatro minutos que utiliza el kayak femenino individual en recorrer 1000 metros (Sánchez, 1993). La contribución del metabolismo aeróbico en kayak individual en estas distancias oscila del 60 al 80% de la contribución energética total para 500 y 1000 metros respectivamente (Bishop et al., 2001; Bishop et al., 2002; Zamparo et al., 1999; Fernández et al., 1995). El entrenamiento del metabolismo aeróbico y anaeróbico en estas distancias es un factor muy importante para el rendimiento en piragüismo (Fry y Morton, 1991), por lo que conocer la zona de transición entre estos sistemas energéticos resulta un aspecto clave para el entrenamiento en este deporte. Incluso se han encontrado correlaciones significativas entre el tiempo obtenido en la prueba

de 500 metros y la ubicación del umbral anaeróbico (Bishop, 2000) y entre la velocidad en esta prueba y la obtenida a 4 mMol/l (Pérez-Landauce et al., 1998).

El uso de test válidos para la determinación del umbral anaeróbico en piragüismo es un problema al que se le ha dado solución mediante las determinaciones en laboratorio, usando ergómetros específicos, y en agua, realizando diversos test de campo. Son abundantes las investigaciones que utilizan como herramienta válida para la valoración fisiológica los test realizados en kayakergómetro (Bishop et al., 2001; Bishop et al., 2002; Fry y Morton, 1991; Bishop, 2000; Pérez-Landauce et al., 1998; Van Someren y Oliver, 2002; Cuesta et al., 1991; Bunc y Heller, 1991; Van Someren et al., 2000; Bunc y Heller, 1994; Gladwin et al., 1984; Terrados et al., 1990; Terrados et al., 1991; Van Someren y Dumbar, 1996; Van Someren y Dumbar, 1997), sin embargo también encontramos en la literatura afirmaciones que encuentran pocas similitudes entre las respuestas fisiológicas obtenidas en agua y en ergometría (Pérez-Landauce et al., 1998; Aitken y Jenkins, 1998), ya que el palista en una situación simulada se concentra en obtener el máximo rendimiento, mientras que en agua, aspectos como la técnica de paleo condicionan al mismo (Barnes y Adams, 1998), lo que pone de manifiesto la importancia de valorar la realidad técnica del deporte.

Por todo ello, el objetivo de esta investigación es determinar la validez de la ergometría en kayak, comparando las respuestas fisiológicas de un grupo de palistas adolescentes obtenidas en laboratorio y en agua.

## MÉTODOS

La muestra estuvo compuesta por cinco mujeres kayakistas, de  $14.6 \pm 0.9$  años de edad, todas ellas concentradas a lo largo de la temporada 2002-03 en el Centro de Alto Rendimiento Infanta Cristina, por la Real Federación Española de Piragüismo. Las piragüistas que tomaron parte en este estudio no presentaban enfermedad alguna ni se encontraban sometidas a tratamiento farmacológico en el período en el que realizaron las pruebas.

El estudio se compuso de dos fases bien diferenciadas: la primera de ellas desarrollada en laboratorio y la segunda consistente en la realización de un test de campo. En la primera de ellas se efectuó la valoración antropométrica siguiendo las indicaciones del grupo español de cineantropometría (GREC) (Esparza, 1993), a partir de la cual se consiguió determinar la composición corporal según los cálculos propuestos por Faulkner (1968) y un test incremental en kayakergómetro (modelo K1-ERGO, Australian Sports Comisión, Australia) consistente en estadios de 3 minutos de duración con 30 segundos de descanso utilizados para tomar una muestra sanguínea del lóbulo de la oreja con el objeto de determinar la concentración de lactato (Miniphotometer plus LP20, Dr Lange. Francia) El test comenzó con una carga inicial de 45 vatios, con incrementos de 20 vatios por estadio hasta el agotamiento. A lo largo de toda la prueba se controló la frecuencia cardiaca (FC) mediante pulsómetros telemétricos (Polar S610, Polar. Finlandia) y frecuencia de paleo (FP) con un cuentapaladas (Seiko S1404.000, Seiko. Japón).

Tras la valoración en laboratorio se determinaron la FC, la FP y potencia asociada a la localización del umbral anaeróbico individual en kayakergómetro.

La segunda fase se desarrolló transcurridos un máximo de quince días de la prueba de laboratorio, realizando un test de confirmación del UAn a cada una de las palistas esta vez en la situación real de paleo; para ello 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. El protocolo comenzó con un calentamiento de diez minutos de duración de paleo continuo a una FC comprendida entre el 75% y 80% de la FC obtenida en el UAn en kayakergómetro. A continuación se realizó una pausa de 30 segundos para la obtención de una muestra sanguínea del lóbulo de la oreja para la posterior determinación de la concentración de lactato. Seguidamente se realizaron 20 minutos de paleo continuo con la intensidad determinada por la FC en el UAn obtenida en laboratorio, la cual se fue alcanzada de forma progresiva. Tras el quinto minuto

se efectuó una pausa de 30 segundos para tomar una muestra sanguínea, proceso que se repitió al final del test y en los minutos 3 y 5 de la recuperación.

El tratamiento estadístico de los datos se realizó con el paquete estadístico SPSS 11.0. Los datos se presentan como media  $\pm$  desviación típica. La comparación de los datos obtenidos en el ergómetro y en agua se realizó en base a metodología no paramétrica, con la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas. Asimismo, y de cara a establecer la relación entre estas variables se realizó un análisis de regresión lineal, determinando, además, el coeficiente de correlación de Pearson. En todo caso se consideró un intervalo de confianza del 95%.

## RESULTADOS

En la tabla 1 aparecen los datos antropométricos más relevantes:

**Tabla 1. Características antropométricas de los sujetos.**

n = 5	PESO Kg.	TALLA cm.	% GRASO	% MUSC.	% ÓSEO
Media	66.6	168.9	16.3	46.6	16.1
DT	8.6	3.2	4.1	3.4	1.1

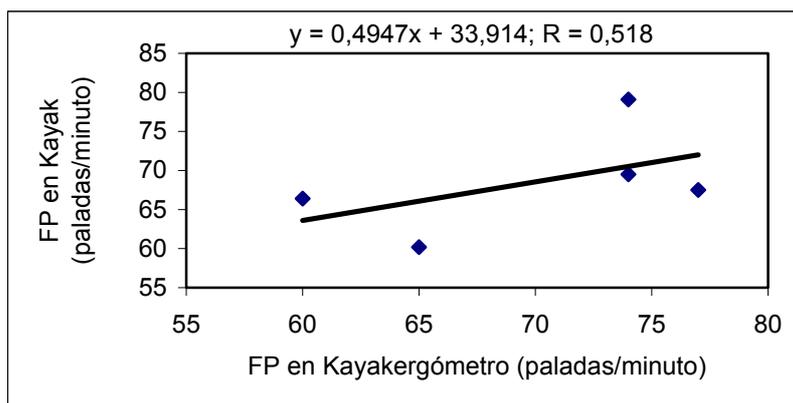
En la tabla 2 se muestra los valores obtenidos de FP a lo largo de los 10 últimos minutos del test de confirmación (expresados en paladas por minuto), así como las concentraciones de lactato en el UAn determinadas en el kayakergómetro y en los minutos 0 (L0), 5 (L5) y 20 (L20) del test de confirmación y 3 (L20+3) y 5 (L20+5) del período de recuperación.

**Tabla 2. Frecuencias de paleo y concentraciones de lactato**

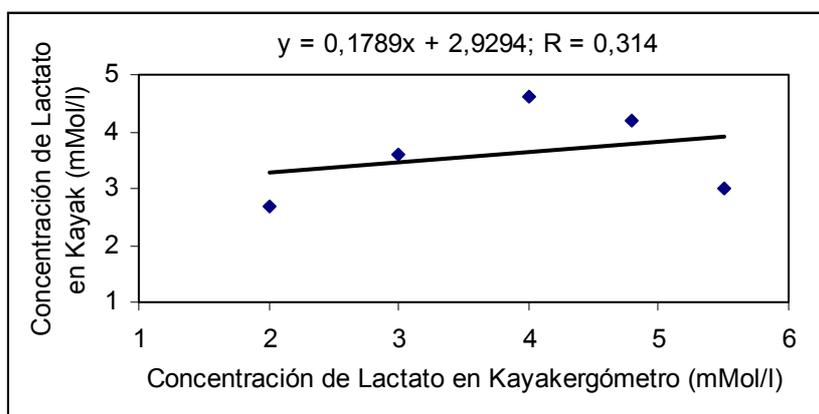
Sujetos	Frecuencia de paleo (paladas/minuto)		Concentración de lactato sanguíneo (mMol/l)					
	Kayakergómetro	Kayak	Kayakergómetro	L0	L5	L20	L20+3	L20+5
1	77	67.5	5.5	2.2	3.8	3.0	2.4	2.1
2	65	60.2	3.0	2.2	1.9	3.6	2.8	2.9
3	74	69.5	4.8	1.8	1.8	4.2	3.8	3.1
4	60	66.4	4.0	1.1	5.6	4.6	3.4	3.2
5	74	79.1	2.0	1.1	2.1	2.7	2.1	2.1
Media	70.00	68.54 <sup>NS</sup>	3,90	1.68	3.04	3.62 <sup>NS</sup>	2.90	2.68
DT	7.80	6.85	1.40	0.55	1.65	0.79	0.70	0.54

NS: No existen diferencias significativas entre la FP en kayakergómetro y en kayak. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones de lactato en el UAn y a los 20 minutos de la prueba de campo.

En las figuras 1 y 2, se representan las correlaciones existentes entre las frecuencias de paleo y las concentraciones de lactato en kayakergómetro y en kayak respectivamente. Todas ellas obtenidas a la FC correspondiente al UAn en kayakergómetro.



**Figura 1. Correlación entre las FP obtenidas en kayak y en kayakergómetro.**



**Figura 2. Correlación entre las concentraciones de lactato obtenidas en kayak y en kayakergómetro.**

## DISCUSIÓN

La no existencia de diferencias significativas entre los valores obtenidos de FP y concentraciones de lactato en laboratorio y en el test de campo, tras la aplicación de la prueba de Wilcoxon, no debe llevarnos a la afirmación de que los valores obtenidos son semejantes; de hecho, podemos observar que la correlación obtenida entre estas variables, no llega a valores estadísticamente significativos. Es probable que mediante una ampliación de la muestra pudieran obtenerse valores de correlación más satisfactorios.

Aunque a través de los resultados de esta investigación no podemos afirmar la validez de la ergometría en piragüismo como medio para simular las respuestas fisiológicas obtenidas en el paleo, podemos encontrar otra investigación desarrollada con mujeres palistas adolescentes y otro modelo de kayakergómetro (Modest. Dinamarca) que encuentran altas correlaciones entre diferentes variables fisiológicas como la FC máxima en kayakergómetro y en kayak, la velocidad media en kayakergómetro y la marca obtenida en diferentes pruebas (100, 1000 y 3000 metros), y los niveles de lactato máximo en ambas situaciones (Cuesta et al., 1991).

En la literatura también aparecen estudios que comparan las variables fisiológicas obtenidas en laboratorio y test de campo, utilizando pruebas de duración parecida (por ejemplo: 500 metros y 2 minutos), como el estudio realizado con mujeres de alto nivel, utilizando el mismo ergómetro que en la presente investigación, en el cual se encuentran altas correlaciones entre el UAn obtenido en un test incremental en kayakergómetro con la marca obtenida en una prueba de 500 metros en agua, mientras que ninguna de las variables fisiológicas obtenidas en esta prueba correlacionaba significativamente con las obtenidas en un test máximo de 2 minutos en ergómetro (Bishop, 2000). En la misma dirección encontramos otro estudio realizado con varones que encuentra diferencias significativas entre los valores de

lactato máximo y de frecuencia de paleo entre dos pruebas máximas, una de 2 minutos en kayakergómetro y otra de 500 metros en agua (Barnes y Adams, 1998), con valores de correlación en cuanto a la frecuencia de paleo bastante inferiores a los determinados en esta investigación. Resultado que contrasta con los obtenidos al comparar dos test máximos de 4 minutos en kayakergómetro y en agua, obteniendo altos niveles de correlación entre la distancia recorrida en agua con el trabajo desarrollado en laboratorio y entre los parámetros ventilatorios y de FC a partir del primer minuto de cada una de las pruebas (Van Someren et al., 2000). La variabilidad en cuanto a resultados de estas investigaciones, del mismo modo que los resultados poco concluyentes de este estudio preliminar, indican la necesidad de nuevas investigaciones en la misma línea o en el desarrollo de ergómetros de kayak que simulen el paleo en kayak más fielmente.

También encontramos estudios, con palistas de alto nivel, que utilizan protocolos similares al empleado en esta investigación, comparando las variables fisiológicas en el UAn de un test incremental en kayakergómetro con las obtenidas al palear en agua 25 minutos a la FC correspondiente al UAn en laboratorio, encontrando buena reproductibilidad entre la FC y las concentraciones de lactato, considerando al kayakergómetro como un buen medio para la prescripción del entrenamiento (Van Someren y Dumbart, 1996), en la misma línea y con poblaciones parecidas no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la FC, concentraciones de lactato y FP entre los valores de estas variables en el UAn durante un test incremental en kayakergómetro y 20 minutos de paleo a esta misma intensidad en kayakergómetro, kayak individual y el cuarto puesto de un kayak de cuatro tripulantes (Van Someren y Oliver, 2002), los resultados de estos estudios, a pesar de ser obtenidos a partir de una muestra de ligeramente superior a la de este estudio (8 palistas senior), consiguen niveles de significación estadística mucho más consistentes que los obtenidos en la presente investigación, probablemente debido a la mayor experiencia y nivel de entrenamiento de los sujetos experimentales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aitken, D.A., Jenkins, D.G. (1998). Anthropometric-based selection and sprint kayak training in children. *Journal of Sport Sciences*, 16, 539-543.
- Barnes, C.A., Adams, P.C. (1998). Reliability and criterion validity of a 120 s maximal sprint on a kayak ergometer. *Journal of Sport Sciences*, 16, 25-26.
- Bishop, D. (2000). Physiological predictors of flat-water kayak performance in women. *European Journal of Applied Physiology*, 82, 91-97.
- Bishop, D., Bonetti, D., Dawson, B. (2001). The effect of three different warm-up intensities on kayak ergometer performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 1026-1032.
- Bishop, D., Bonetti, D., Dawson, B. (2002). The influence of pacing strategy on VO<sub>2</sub> max and supramaximal kayak performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34, 1041-1047.
- Bunc, V., Heller, J. (1991). Ventilatory threshold and work efficiency on a bicycle and paddling ergometer in top canoeists. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 31, 376-379.
- Bunc, V., Heller, J. (1994). Ventilatory threshold and work efficiency during exercise on cycle and paddling ergometers in young female kayakists. *European Journal of Applied Physiology*, 68, 25-29.
- Cuesta, G., Polo, J.M., 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. (1993). *Manual de Cineantropometría*. Pamplona. FEMEDE.
- Faulkner, J.A. (1968). Physiology of swimming and diving. En: H. Falls (Ed), *Exercise Physiology*, Baltimore. Academic Press.
- Fernández, B., Pérez-landaluce, J., Rodríguez, M., Terrados, N. (1995). Metabolic contribution in olympic kayaking events. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27, 24.
- Fry, R.W., Morton, A.R. (1991). Physiological and kinanthropometric attributes of elite flatwater kayakists. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 23, 1297-1301.

- Gladwin, G., Daggett, A., Davies, B. (1984). Analysis of an ergometer designed to assess the oxygen consumption of canoeists. *Journal of Sport Sciences*, 2, 207-208.
- Pérez-Landauce, J., Rodríguez, M., Fernández, B., Terrados, N., García-herrero, F., Cobos, J. (1998). Relación del VO<sub>2</sub> 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, 385-390.
- Sánchez, J.L. (1993) Entrenamiento en agua. En: J.L. Sánchez (Dir), *Piragüismo (II)*, pp. 153-259. Madrid: COE.
- Terrados, N., Fernández, B., Perez-landaluce, J. (1991). Anaerobic capacity in elite kayakers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 23, 106.
- Terrados, N., Perez-landaluce, J., Fernandez, B. (1990). Oxygen kinetics during simulated kayak competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 22, 100.
- Van Someren, K.A., Dumbar, G.M.J. (1996). An investigation into the use of a kayak ergometer for the determination of blood lactate profiles in international kayakers. *Journal of Sport Sciences*, 14, 102.
- Van Someren, K.A., Dumbar, G.M.J. (1997). Supramaximal testing on a kayak ergometer: reliability and physiological responses. *Journal of Sport Sciences*, 15, 33-34.
- Van Someren, K.A., Oliver, J.E. (2002). The efficacy of Ergometry Determined Heart Rates for Flatwater Kayak Training, *International Journal of Sport Medicine*, 23, 28-32.
- Van Someren, K.A., Phillips, G.R.W., Palmer, G.S. (2000). Comparison of physiological responses to open water kayaking and kayak ergometry. *International Journal of Sport Medicine*, 21, 200-204.
- Zamparo, P., Capelli, C., Guerrini, G. (1999). Energetics of kayaking at submaximal and maximal speeds. *European Journal of Applied Physiology*, 80, 542-548.