

Relación entre factores antropométricos y de composición corporal con el rendimiento físico en piragüistas veteranos

Relationship between anthropometric factors and body composition with physical performance in veteran kayakers

Marina Almagro Blázquez, Vicente Ferrer López, Ignacio Martínez González-Moro
Universidad de Murcia (España)

Resumen. El objetivo de este estudio fue analizar la composición corporal de piragüistas veteranos de élite y relacionarla con el rendimiento físico. Para ello, se midieron una serie de parámetros antropométricos y se realizó una prueba ergoespiométrica a 11 piragüistas veteranos que compiten a nivel nacional e internacional. La edad media de los participantes fue 43.45 ± 11.96 años y las horas de entrenamiento a la semana 10.91 ± 3.24 . Se correlacionó negativamente la edad con la frecuencia cardíaca (FC) y el consumo de oxígeno (VO₂) con: Índice Masa Corporal (IMC), Índice Cintura/Talla (ICT), Masa Grasa Relativa (MGR), sumatorio de cuatro y seis pliegues y porcentaje de masa grasa. Asimismo, se correlacionó positivamente las horas de entrenamiento a la semana con el VO₂ ($r=.78, p=.00$) y el porcentaje de masa muscular con el VO₂ ($r=.86, p=.00$) y con la potencia ($r=.67, p=.02$). Como conclusión, aquellos piragüistas veteranos que tenían unas mejores características antropométricas presentaron un mejor VO₂ y fueron capaces de movilizar una mayor carga de vatios durante la prueba de esfuerzo.

Palabras clave. Piragüismo, Antropometría, Ergometría, Prueba de Esfuerzo, Capacidad Cardiorrespiratoria.

Abstract. The aim of this study was to analyze the body composition of veteran elite kayakers and relate it to physical performance. For this purpose, a group of anthropometric parameters were measured and an ergospirometric test was performed in 11 veteran kayakers competing nationally and internationally. The average age of the participants was 43.45 ± 11.96 years and the training hours per week was 10.91 ± 3.24 . Age was negatively correlated with heart rate (HR) and maximal oxygen intake (VO₂) with: Body Mass Index (BMI), Waist-Size, Relative Fat Mass (RFM), summation four and six skin folds and the percentage of fat mass. Likewise, training hours per week were correlated positively with VO₂ ($r = .78, p = .00$) and the percentage of muscle mass with VO₂ ($r = .86, p = .00$) and with power ($r = .67, p = .02$). In conclusion, those veteran kayakers who had better anthropometric characteristics presented a better VO₂ and were able to mobilize a higher watt load during the stress test.

Keywords. Canoeing, Anthropometry, Ergometry, Exercise Test, Cardiorespiratory Fitness.

Introducción

Desde 1936 el piragüismo es considerado un Deporte Olímpico, aunque tiene una vertiente recreativa. Existen diversas especialidades, dependiendo del tipo de embarcación (kayak y canoa), del número de piragüistas que monten en la embarcación (una, dos o cuatro personas) y de la superficie acuática donde se desarrolle la actividad (mar, río, lago o pista artificial).

El piragüismo es un deporte que supone un gran esfuerzo a nivel físico y, por tanto, los piragüistas tendrán unas características antropométricas y cardiorrespiratorias propias. Es importante cuantificar estas características tanto para valorar el estado de salud de los deportistas, como para desarrollar y mejorar planes de entrenamiento (Forbes, Kennedy, & Bell, 2013).

Existen diversos métodos y herramientas para el análisis de la composición corporal, que se encuentran basados en unos modelos teóricos que consideran que el cuerpo humano se divide en diferentes partes (Smith & Madden, 2016). El modelo más usado para el análisis de la composición corporal, es el modelo bicompartimental que divide el peso corporal en masa grasa y masa libre de grasa. Otro modelo actualmente muy utilizado es el tetracompartimental que divide al organismo en cuatro componentes: masa grasa, masa ósea, masa muscular y masa residual (González, 2013).

Norton, Olds, Olive y Craig (1996) demostraron que para cada deporte existe un perfil físico característico, que en gran medida determina el rendimiento deportivo. Diversos estudios, han mostrado que los piragüistas presentan un alto porcentaje de masa magra y un bajo porcentaje de masa grasa (Alacid, Marfell-Jones, López-Miñarro, Martínez, & Muyor, 2011; Torres, 2016a).

Esta valoración de la composición corporal se suele hacer mediante antropometría, ya que a través de la medición de los pliegues cutáneos se puede conocer de forma indirecta la cantidad de grasa corporal total, a pesar de la variabilidad interobservador que presenta el método (Lecube et al., 2017). La mayoría de los estudios se realizan mediante la metodología estandarizada propuesta en el manual *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) (ISAK, 2001).

Ackland, Ong, Kerr, & Ridge (2003), observaron que los piragüistas de los Juegos Olímpicos de Sydney de aguas tranquilas presentaban unos valores bajos en el sumatorio de ocho pliegues, en torno a 55.4 ± 15.2 mm. Asimismo, Ridge et al. (2007), encontraron que los piragüistas olímpicos de aguas bravas también presentaban un valor en el sumatorio de ocho pliegues muy bajo 52.7 ± 10.7 mm.

Uno de los índices más usados para valorar si el peso de una persona es saludable o no es el Índice de Masa Corporal (IMC) (Peterson, Thomas, Blackburn, & Heymsfield, 2016). No obstante, al ser un método que no discrimina entre la cantidad de masa grasa y masa muscular, no es muy apropiado para valorar la composición corporal de los piragüistas (Smith & Madden, 2016). Para evitar los errores de interpre-

tación del IMC, recientemente Woolcott y Bergman (2018) han propuesto el concepto de Masa Grasa Relativa (MGR), que permite estimar de forma más precisa el porcentaje de grasa corporal en adultos que el IMC. La MGR se obtiene mediante la ecuación: $64 - (20 \times \text{altura} / \text{circunferencia de cintura}) + (12 \times \text{sexo})$; siendo el valor de sexo = 0 para hombres y 1 para mujeres.

Además de la composición corporal, para el estudio de las características físicas de los piragüistas se emplea la valoración funcional mediante ergoespirometría (Beattie, Kenny, Lyons, & Carson, 2014). A lo largo de la historia se han usado diferentes tipos de ergómetros, Billat et al. (1996) y Cano & Osvaldo (2013) usaron ergómetros de brazos para determinar el estado fisiológico de nueve kayakistas y siete canoistas respectivamente. Por otro lado, Torres (2016b) para analizar el perfil fisiológico de 100 piragüistas de 20 años de edad de ambos sexos uso un ergómetro de cinta. No obstante, lo ideal es usar un kayakergómetro puesto que les permite a los piragüistas adoptar la misma postura que en una embarcación de verdad y que realicen los mismos movimientos que en el agua, y se simula con mayor precisión las demandas fisiológicas de los piragüistas; por este motivo, Loures, Ribeiro, Mendoca, Gill, & Fernandez, (2014) decidieron usar un kayakergómetro para valorar el estado fisiológico de 28 kayakistas de élite.

En los distintos deportes, mediante estas pruebas de esfuerzo se pueden obtener los valores de los umbrales aeróbico y anaeróbico, que se utilizan tanto para valorar el rendimiento deportivo como para desarrollar planes de entrenamiento individualizados (Centeno, 2004; Nunes et al., 2019). Estos umbrales se pueden obtener de manera invasiva midiendo la concentración de lactato en sangre (Arratibel-Imaz et al., 2016), o de manera no invasiva con un analizador de gases, calculando los umbrales ventilatorios (García-Pallarés, Morán-Navarro, Fernando, Fernández-Eliás, & Mora-Rodríguez, 2016). En el ámbito del piragüismo, hay grupos de investigación que han determinado el umbral anaeróbico a través de la medición sanguínea del lactato en el lóbulo de la oreja (Billat et al., 1996; Loures et al., 2014) y otros que han usado un analizador de gases para determinar los umbrales ventilatorios y el consumo de oxígeno (García-Pallares, Sánchez-Medina, Carrasco, Díaz, & Izquierdo, 2009; Cano y Osvaldo, 2011; Torres, 2016b).

Aunque las características antropométricas y fisiológicas han sido analizadas en palistas de categoría infantil (Alacid et al., 2011), de categoría Sub 23 (Torres, 2016a, 2016b), y piragüistas de élite que compiten a nivel internacional (Loures et al., 2014; Bjerkefors, Tarassova, Rosén, Zakaria, & Arndt, 2018), no existen trabajos publicados que analicen el perfil antropométrico y cardiorrespiratorio propios de los piragüistas veteranos. Por ello, nuestro objetivo es analizar la composición corporal de los piragüistas veteranos de élite y relacionarla con el rendimiento deportivo.

Metodología

Diseño

Se realizó un estudio descriptivo transversal, que fue supervisado por el Comité Ético de Investigación Clínica de la Universidad de Murcia.

Participantes

La muestra está compuesta por 11 piragüistas veteranos de sexo masculino remitidos por la Federación de Piragüismo de la Región de Murcia participantes en competiciones a nivel nacional e internacional.

Todos ellos fueron informados de los objetivos y métodos del estudio y se obtuvo su consentimiento informado por escrito.

Como criterios de inclusión se estableció que los participantes fueran mayores de 18 años y que tuvieran un mínimo de dos años en la práctica de piragüismo. El criterio de exclusión fue padecer lesiones o patologías que impidieran la realización de la ergoespirometría.

Instrumentos

Para la obtención de las medidas antropométricas se siguió el protocolo establecido por la *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK). Los datos antropométricos que se obtuvieron fueron: la talla que se midió con un estadiómetro de pared Seca (precisión: 1 mm), el peso se determinó con una báscula eléctrica modelo InBody120, los pliegues (tricipital, subescapular, supraespinal, iliocrestal, abdominal, muslo y pierna) se midieron con un plicómetro Holtain (precisión: 0,2 mm), los diámetros corporales (húmero, muñeca, fémur y tobillo) con un paquímetro Holtain (precisión: 1 mm) y los perímetros corporales (brazo flexionado, brazo contraído, muslo medio, pierna, cintura, cadera) con una cinta antropométrica Holtain (precisión: 1 mm).

A partir de los datos antropométricos medidos se obtuvo: Índice Masa Corporal [(peso (Kg)/ altura (m²)], Índice Cintura/Talla (ICT), Masa Grasa Relativa (MGR), los porcentajes de masa grasa, ósea, muscular y residual, y los sumatorios de cuatro y seis pliegues.

Para la realización de la ergoespirometría se uso un kayakergómetro modelo "Dansprint", un analizador de gases modelo "Cortex Metalyzer 3B", un pulsómetro modelo "Polar T34" y un electrocardiógrafo "Cardioline". Las variables que se midieron durante la ergoespirometría fueron: potencia (vatios), frecuencia cardiaca (FC), cociente respiratorio (RER) y consumo de oxígeno (VO₂). De estas variables se determinó los valores máximos alcanzados durante la prueba de esfuerzo, y los valores y porcentajes de los máximos cuando se alcanzaron los umbrales aeróbico y anaeróbico.

Procedimiento

En primer lugar, se midieron las variables antropométricas siguiendo el protocolo ISAK (ISAK, 2001). Posteriormente, a los participantes se les realizó una exploración cardiovascular en reposo (auscultación, medición de la presión arterial y electrocardiograma), con el fin de valorar si estaban en condiciones de realizar la prueba ergoespirométrica.

Para obtener la valoración funcional, los piragüistas realizaron un test ergoespirométrico incremental en un kayakergómetro. Tras un periodo de calentamiento de 5 minutos, el test se iniciaba con una carga de 50 W, y a lo largo de la prueba se iba incrementando la carga 15 W cada minuto hasta el agotamiento. Durante la prueba, los sujetos estuvieron monitorizados electrocardiográficamente, y la frecuencia

cardíaca también fue registrada continuamente. La presión arterial fue medida antes de empezar la prueba y después de la prueba, en los minutos 1,3 y 5 de recuperación.

Análisis estadístico de los datos

Para el análisis de datos se utilizó el programa Microsoft Office Excel versión 2016 para Windows con el fin de clasificar y ordenar los datos, y el programa SPSS versión 24.0 para la realización del tratamiento estadístico.

Calculamos los estadísticos de tendencia central y dispersión (medias, desviaciones estándares, máximos y mínimos), y estadísticos de comparación (Prueba T de Student) y correlación (coeficiente de correlación de Pearson). El nivel de significación se estableció a un valor $p < .05$. Para comprobar la normalidad de la distribución de los valores se usaron las pruebas de Shapiro Wilk y de Levene para la homogeneidad de varianzas.

Resultados

Once hombres piragüistas de élite nacional e internacional participaron en este estudio (edad media: 43.45 ± 11.96 años; años practicando piragüismo: 20.45 ± 17.95 años y horas de entrenamiento a la semana: 10.91 ± 3.24 horas).

En la tabla 1 se presentan los resultados descriptivos de las variables antropométricas y de composición corporal de los piragüistas y en la tabla 2 los resultados descriptivos de las variables ergoespiométricas.

Las correlaciones entre las variables antropométricas y de composición corporal con las variables ergoespiométricas se detallan en la tabla 3. Destacamos que existe una correlación positiva entre las horas de entrenamiento a la semana y el consumo de oxígeno (VO2), tanto en los valores máximos

Tabla 1.

Características antropométricas y de composición corporal de la población.

VARIABLES	Media \pm sd
Peso (Kg)	85.42 \pm 10.74
Talla (cm)	178.35 \pm 7.96
IMC (Kg/m ²)	26.86 \pm 2.82
Cintura (cm)	87.86 \pm 11.51
Cintura / Talla	0.49 \pm 0.07
Masa Grasa Relativa	22.61 \pm 6.41
S4 Pliegues (mm)	50.78 \pm 20.55
S6 Pliegues (mm)	72.67 \pm 26.31
% Masa Grasa	11.89 \pm 2.94
% Masa Ósea	13.35 \pm 1.30
% Masa Muscular	38.66 \pm 5.45
% Masa Residual	36.11 \pm 5.42

S: sumatorio.

Tabla 2.

Características ergoespiométricas de la población.

VARIABLES	Media \pm sd
Valores máximos	
Carga (W)	168.64 \pm 20.63
FC (lat/min)	178.45 \pm 13.50
VO2 (ml/kg/min)	41.91 \pm 6.06
Umbral aeróbico	
Carga (W)	82.73 \pm 13.11
FC (lat/min)	138.36 \pm 15.98
% FC Max	77.74 \pm 5.39
VO2 (ml/kg/min)	26 \pm 3.44
% VO2 Max	62.64 \pm 7.03
Umbral anaeróbico	
Carga (W)	120.91 \pm 16.56
FC (lat/min)	163 \pm 12.84
% FC Max	91.33 \pm 3.15
VO2 (ml/kg/min)	34.09 \pm 4.37
% VO2 Max	81.80 \pm 6.41

W: vatios

Tabla 3.

Valor de las correlaciones (r) entre las variables antropométricas y las variables cardiorespiratorias, y nivel de significación (p).

VARIABLES	Horas/s emana	Edad	Peso	Talla	IMC	ICT	Cintura	MGR	S4P	S6P	%MG	%MM	
Valores máximos													
Carga (W)	r	.33	-.53	-.11	.52	-.59*	-.16	.01	-.07	-.17	-.13	-.15	.67*
	p	.31	.10	.75	.10	.06	.63	.97	.84	.62	.71	.66	.02
FC (lat/min)	r	.08	-.92*	.06	.67*	-.52	-.47	-.23	-.37	-.14	-.08	-.11	.55
	p	.81	.00	.85	.03	.10	.15	.49	.26	.69	.82	.75	.08
VO2 (ml/kg/min)	r	.78*	-.57	-.73*	.08	-.90*	-.69*	-.70*	-.60*	-.75*	-.74*	-.75*	.86*
	p	.00	.06	.01	.82	.00	.02	.02	.05	.01	.01	.01	.00
Umbral aeróbico													
Carga (W)	r	.29	.07	-.18	-.17	-.09	.24	.20	.33	.01	-.05	-.02	.13
	p	.39	.84	.59	.61	.80	.47	.57	.33	.98	.89	.96	.69
FC (lat/min)	r	-.07	-.75*	.08	.50	-.37	-.14	.05	-.07	.21	.24	.22	.43
	p	.85	.01	.81	.12	.27	.69	.88	.83	.53	.49	.51	.19
% FC Max	r	-.17	-.23	.03	.12	-.11	.15	.21	.13	.40	.38	.39	.15
	p	.61	.49	.93	.73	.76	.66	.54	.71	.22	.25	.23	.66
VO2 (ml/kg/min)	r	.58	-.38	-.66*	-.26	-.54	-.31	-.42	-.23	-.37	-.38	-.37	.50
	p	.06	.24	.03	.44	.08	.36	.20	.49	.27	.26	.26	.11
% VO2 Max	r	-.39	.30	.21	-.35	.54	.53	.44	.50	.57	.55	.56	-.53
	p	.23	.36	.53	.29	.09	.09	.18	.12	.06	.08	.07	.09
Umbral anaeróbico													
Carga (W)	r	.72*	-.25	-.57	-.01	-.64*	-.25	-.28	-.13	-.42	-.46	-.44	.61*
	p	.01	.45	.07	.97	.03	.45	.41	.70	.20	.16	.17	.05
FC (lat/min)	r	.11	-.86*	-.06	.48	-.49	-.45	-.29	-.38	-.07	.02	-.05	.50
	p	.76	.00	.85	.14	.13	.17	.39	.25	.84	.95	.89	.12
% FC Max	r	.03	.11	-.26	-.40	.07	.06	-.10	-.01	.17	.17	.17	-.11
	p	.92	.74	.43	.22	.84	.85	.77	.97	.61	.61	.61	.76
VO2 (ml/kg/min)	r	.78*	-.40	-.89*	-.28	-.77*	-.66*	-.80*	-.62*	-.73*	-.73*	-.74*	.70*
	p	.00	.22	.00	.41	.01	.03	.00	.04	.01	.01	.01	.02
% VO2 Max	r	-.17	.43	-.15	-.65*	.40	.23	-.01	.13	.20	.18	.19	-.44
	p	.61	.19	.65	.03	.22	.50	.99	.70	.55	.60	.57	.17

IMC: Índice de Masa Corporal; ICT: Índice Cintura/Talla; MGR: materia grasa relativa; S4P: sumatorio 4 pliegues; S6P: sumatorio 6 pliegues; %MG: porcentaje materia grasa; %MM: porcentaje materia muscular; W: vatios; FC: frecuencia cardíaca; VO2: consumo de oxígeno; %FC Max: porcentaje frecuencia cardíaca máxima; %VO2 Max: porcentaje consumo de oxígeno máximo; *: $p < .05$.

($r = .78$, $p = .00$) como en los valores obtenidos en el umbral anaeróbico ($r = .78$, $p = .00$).

También se puede observar que existe una gran cantidad de relaciones significativas negativas; la edad se correlaciona negativamente con la frecuencia cardíaca (FC), el peso con el VO2, el IMC con el VO2 y la potencia (W), y el ICT, la medición de la cintura, la MGR, los sumatorios de cuatro y seis pliegues (S4P y S6P) y el porcentaje de masa grasa (%MG) con el VO2. Por el contrario, el porcentaje de masa muscular (%MM) se correlaciona de forma positiva con el VO2 y con la potencia.

Discusión

El objetivo de este trabajo fue describir las características antropométricas de piragüistas veteranos de élite y relacionarlas con su rendimiento físico. Hemos encontrado una serie de correlaciones significativas tanto positivas como negativas; la edad se correlaciona negativamente con la FC y todos los parámetros que indican obesidad también se correlacionan de forma negativa con el VO2. Por el contrario, el porcentaje MM se correlaciona de forma positiva con el VO2 y con la potencia. Destacamos que existe una correlación positiva entre las horas de entrenamiento a la semana y el VO2, por lo que podríamos afirmar que aquellos sujetos que más entrenan presentan un mejor rendimiento deportivo.

Comparar a nuestros participantes con otros piragüistas supone un reto, pues los estudios encontrados están realizados en piragüistas de 13-14 años (Alacid, Martínez, López-Miñarro, & Muyor, 2014), 15-16 años (Vaquero-Cristóbal, Alacid, Muyor, & López-Miñarro, 2018) y 20-25 años (García-Pallares et al. 2009; García-Pallarés, García-Fernández, Sánchez-Medina, & Izquierdo, 2010; Loures et al., 2014; Torres, 2016a; Bjerkefors et al., 2018), pero no se han encontra-

do estudios cuyos participantes tengan una edad media similar a los nuestros (43.45 ± 11.96 años).

Respecto a las variables antropométricas, los valores medios de peso y talla de nuestros participantes (tabla 2) coinciden con piragüistas de élite que compiten a nivel internacional como los de Bjerkefors et al. (2018) (24 ± 3 años, 86.2 ± 6.1 kg, 1.80 ± 0.05 m), García-Pallares (2010) (25.6 ± 2.5 años, 85.3 ± 5.6 kg, 184 ± 5.9 cm) y Someren & Palmer (2003) (26 ± 5 años, 84.5 ± 4.9 kg; 182.9 ± 5.6 cm). Por otro lado, nuestros participantes presentan mayores valores que los de Torres (2016a), Alacid et al. (2014) y Vaquero-Cristóbal (2018), lo que tiene sentido ya que sus piragüistas tienen una menor edad cronológica y siguen en periodo de crecimiento, mientras que nuestros piragüistas son veteranos.

Otro parámetro antropométrico son los pliegues cutáneos, mediante los cuales se puede conocer de forma indirecta la cantidad de grasa corporal total (Lecube et al., 2016). Los sujetos de Vaquero-Cristóbal (2018) y Torres (2016a), presentan un S6P inferior (57.10 ± 17.90 mm; 60.07 ± 5.93 mm) al de nuestros sujetos (72.67 ± 26.31 mm); y los de Someren & Palmer (2003) también tienen un S4P inferior al de nuestros piragüistas (31.6 ± 9.5 mm < 50.78 ± 20.55 mm). Curiosamente, el porcentaje de MG de los piragüistas de Someren & Palmer (2003) es superior al de los nuestros ($14.1 \pm 2.9 > 11.89 \pm 2.94$ mm) y lo mismo ocurre con los piragüistas de Torres (2016) (16.34 ± 4.02 mm). Debemos de considerar que nuestros valores medios de los sumatorios de cuatro y seis pliegues presentan una gran dispersión, lo que podría explicar la diferencia que existe entre los sumatorios de pliegues y el porcentaje de MG de nuestros sujetos. Además, también hay que tener en cuenta que se han usado diferentes métodos para obtener los porcentajes de masa grasa.

Un índice antropométrico que presenta cierta controversia es el IMC, puesto que no diferencia entre la cantidad de masa grasa y masa muscular (Smith & Madden, 2016). Nuestros sujetos presentan un IMC superior que los de Vaquero-Cristóbal (2018) y Torres (2016a) (22.83 ± 2.12 kg/m²; 24.32 ± 4.92 kg/m²), no obstante se encuentran dentro del mismo rango de los piragüistas, entre 19 y 27 kg/m² (Torres, 2016a).

Creemos que sería de interés incluir en la valoración de los piragüistas, el concepto de masa grasa relativa (MGR) propuesto recientemente por Woolcott y Bergman (2018), ya que así se evitarían los errores de interpretación del IMC. Sin embargo, hasta el momento no se ha encontrado ningún artículo que utilice esta fórmula en deportistas, por lo que aportamos nuestros datos como posibles valores de referencia. Según los puntos de corte que usaron Woolcott y Bergman (2018) para clasificar la obesidad (porcentaje de grasa corporal ≥ 33.9 para mujeres y ≥ 22.8 para hombres), nuestros piragüistas se encuentran en el límite con un valor medio de 22.61 ± 6.41 .

En cuanto a la valoración funcional mediante ergoespirometría, nosotros hemos obtenido que existe una correlación significativa entre las horas de entrenamiento a la semana y el VO₂ ($p < .00$). Cano y Osvaldo (2013), encontraron en su estudio que tras un período de entrenamiento, el VO₂ mejoró significativamente ($p < .04$), y García-Pallarés et al. (2010) encontraron resultados similares ($p < .05$). Por tanto, mediante el entrenamiento también sería posible mejorar el VO₂ en una población de piragüistas mayores.

El valor medio del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) de nuestros sujetos es 41.91 ± 6.06 ml/kg/min que es superior a los valores obtenidos por los piragüistas de élite de Loures et al. (2014) (37.69 ± 8.25 ml/kg/min), e inferior a los obtenidos por los de Someren & Palmer (2003) (52.6 ± 4.9 ml/kg/min) y Torres (2016b) (62.23 ± 6.37 ml/kg/min). Estas diferencias podrían deberse, a que como hemos mencionado anteriormente, el VO₂ está íntimamente ligado al entrenamiento y también hay que tener en cuenta el estado físico de los deportistas, porque como se puede observar en nuestros resultados, el VO₂ se correlaciona de forma negativa con todos los parámetros que indican obesidad.

La otra variable fisiológica que medimos fue a la FC máxima; en nuestro caso hemos encontrado que existe una relación significativa negativa con la edad, es decir, a mayor edad cronológica se alcanza una menor FC máxima. Los valores medios alcanzados por nuestros sujetos 178.45 ± 13.50 lat/min son similares a los de los piragüistas de Loures et al. (2014) (181.21 ± 19.69 lat/min), pero inferiores a los de Someren & Palmer (2003) (190 ± 12 lat/min) y Torres (2016b) (197.57 ± 11.19 lat/min), lo que tiene sentido ya que nuestros piragüistas son veteranos.

Por último, hemos hallado que la carga máxima movilizada por los piragüistas presenta una correlación negativa con el IMC y una positiva con el porcentaje de MM, por ello, se podría afirmar que aquellos piragüistas que presentan un mejor estado físico son capaces de realizar un mayor esfuerzo durante la ergoespirometría. La carga máxima que fueron capaces de movilizar nuestros participantes fue 168.64 ± 20.63 W, muy inferior a la carga movilizada por piragüistas internacionales de Bjerkefors et al (2018) (610 ± 65 W) y de Someren & Palmer (2003) (615.1 ± 81.5 W), posiblemente debido a aspectos genéticos, la diferencia de edad, el nivel de entrenamiento y los protocolos utilizados.

Conclusiones

Como conclusión de este trabajo, todos aquellos parámetros que indican obesidad se relacionan de forma negativa con el VO₂ y con la potencia, de modo que aquellos piragüistas veteranos con unas mejores características antropométricas presentaron un mejor consumo de oxígeno y una mayor potencia durante la prueba de esfuerzo; además, existe una correlación positiva entre las horas de entrenamiento a la semana y el VO₂.

Referencias

- Ackland, T. R., Ong, K.B., Kerr, D.A. & Ridge, B. (2003). Morphological characteristics of olympic sprint canoe and kayak paddlers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(3),285-294.
- Alacid, F., Martínez, I., López-Miñarro, P.A. & Muyor, J.M. (2014). Características antropométricas y del material en kayakistas adolescentes de aguas tranquilas. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 14(55),451-464.
- Alacid, F., Marfell-Jones, M., López-Miñarro, P.A., Martínez, I. & Muyor, J.M. (2011). Morphological characteristics of young elite paddlers. *Journal of Human Kinetics*,

- 27(1),95-110.
- Arratibel-Imaz, I., Calleja-González, J., Empananza, J.I., Terrados, N., Mjaanes, J.M. & Ostojic, S.M. (2016). Lack of concordance amongst measurements of individual anaerobic threshold and maximal lactate steady state on a cycle ergometer. *The Physician and Sportsmedicine*, 44(1),34-45.
- Beattie, K., Kenny, I.C., Lyons, M. & Carson, P.B.(2014). The effect of strength training on performance in endurance athletes. *Sports Medicine*, 44(6),845-865.
- Billat, V., Faina, M., Sardella, F., Marini, C., Fanton, F., Lupo, S., ... Dalmonte, A. (1996). A comparison of time to exhaustion at VO₂ max in elite cyclists, kayak paddlers, swimmers and runners. *Ergonomics*, 39(2),267-277.
- Bjerkefors, A., Tarassova, O., Rosén, J.S., Zakaria, P. & Arndt, A. (2018). Three-dimensional kinematic analysis and power output of elite flat-water kayakers. *Sports Biomechanics*, 17(3),414-427.
- Cano, J. & Osvaldo, J. (2013). Efectos de un plan de entrenamiento estructurado a través del método continuo intensivo sobre el VO₂ máximo y la velocidad de desplazamiento en canoistas de antioquia. *Expomotricidad*.
- Centeno, R.A. (2004). Principios generales de la valoración ergométrica. Parámetros ergoespirométricos. Diputación Provincial de Huelva (Editor), *Jornadas Médico Sanitarias sobre Atletismo*.
- Forbes, S.C., Kennedy, M.D. & Bell, G.J. (2013). Time-motion analysis, heart rate and physiological characteristics of international canoe polo athletes. *Journal Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2816-2822.
- García-Pallarés, J., García-Fernández, M., Sánchez-Medina, L. & Izquierdo, M. (2010). Performance changes in world-class kayakers following two different training periodization models. *European Journal Application Physiology*, 110(1),99-107.
- García-Pallarés, J., Morán-Navarro, R., Fernando, J., Fernández-Elías, V.E. & Mora-Rodríguez, R. (2016). Validity and reliability of ventilatory and blood lactate thresholds in well-trained cyclists. *Plos one*, 11(9).
- García-Pallarés, J., Sánchez-Medina, L., Carrasco, L., Díaz, A. & Izquierdo, M. (2009). Endurance and neuromuscular changes in world-class level kayakers during a periodized training cycle. *European Journal Application Physiology*, 106(4): 629-638.
- González, E. (2013). Composición corporal: estudio y utilidad clínica. *Endocrinología y Nutrición*, 60(2): 69-75.
- ISAK (2001). *International Society for the Advancement of Kinanthropometry*.
- Lecube, A., Monereo, S., Rubio, M.A., Martínez-de-Icaya, P., Martí, A., Salvador, J., ... Casanueva, F.F. (2017). Prevención, diagnóstico y tratamiento de la obesidad. Posicionamiento de la sociedad española para el estudio de la obesidad de 2016. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición*, 64(1); 15-22.
- Loures, J.P, Ribeiro, H., Mendoca, R., Gill, P. & Fernandes, L.C. (2014). Correlations between performance and 4-min maximum efforts in olympic kayaking athletes. *Journal of Exercise Physiology Online*, 17(4).
- Norton, K., Olds T., Olive, S. & Craig, N. (1996). Antropometría y performance deportiva. Kevin Norton y Tim Olds (Editores), *Antropométrica* (pp.189–244). Australia.
- Nunes, R., Silva, J., Machado, A., Menezes, L., Bocalini, D., Seixas, I., Lima, V. & Vale, R. (2019). Prediction of VO₂ max in healthy non-athlete men based on ventilatory threshold. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 35; 136-139.
- Peterson, C.M., Thomas, D.M, Blackburn, G.L. & Heymsfield, S.B. (2016). Universal equation for estimating ideal body weight and body weight at any BMI. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 103(5),1197-1203.
- Ridge, B.R., Broad, E., Kerr, D.A. & Ackland, T.R. (2007). Morphological characteristics of olympic slalom canoe and kayak paddlers. *European Journal of Sport Science*, 7(2),107-113.
- Smith, S. & Madden, A.M. (2016). Body composition and functional assessment of nutritional status in adults: a narrative review of imaging, impedance, strength and functional techniques. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 29(6),714-732.
- Someren, K.A. & Palmer, G.S. (2003). Prediction of 200-m sprint kayaking performance. *Canadian Journal Application Physiology*, 28(4),507-517.
- Torres, V. (2016a). Composición corporal y proporcionalidad corporal de piragüistas de 20 años de edad. *Congreso Internacional de Entrenadores de Piragüismo de Aguas Tranquilas*.
- Torres, V. (2016b). Estudio del perfil fisiológico del piragüista de 20 años de edad. *Congreso Internacional de Entrenadores de Piragüismo de Aguas Tranquilas*.
- Vaquero-Cristóbal, R., Alacid, F., Muyor, J.M. & López-Miñarro, P.A. (2018). Relación entre los parámetros antropométricos y la adhesión a la dieta mediterránea en jóvenes piragüistas hombres de élite. *Revista Ciencias del Movimiento Humano y Salud*, 15(2),1-15.
- Woolcott, O.O. & Bergman, R.N. (2018). Relative fat mass (RFM) as a new estimator of whole-body fat percentage % a cross-sectional study in american adult individuals. *Scientific Reports*, 8,1-11.

