

Fuerza explosiva de tren inferior en karatekas juveniles de élite. Influencia del género y horas de entrenamiento

Lower limb explosive strength in elite youth karatekas. Influence of gender and hours of training

Marta Hellín Martínez, José Vicente García Jiménez, Juan José García Pellicer
Universidad de Murcia (España)

Resumen. La fuerza explosiva de los segmentos inferiores tiene un importante papel en los karatekas. Para su medición, los tests de salto Abalakov (ABK) y el salto con contramovimiento o Countermovement Jump (CMJ) son los más aceptados en las investigaciones. El objetivo de este estudio es analizar las horas de entrenamiento semanal y los resultados obtenidos en el salto vertical CMJ y ABK de 28 karatekas de categoría juvenil españoles (15 hombres y 13 mujeres), con edades comprendidas entre los 12 y 13 años, todos ellos participantes en la fase final del Campeonato de España de Karate. Se compararon los resultados en función del sexo por medio de la prueba T de Student, así como se realizó el ANOVA para conocer la relación entre el IMC y los resultados en los saltos. Para conocer la correlación entre horas de entrenamiento y los valores de fuerza explosiva se empleó la prueba Rho de Spearman. Los valores de horas de entrenamiento semanales son superiores en las chicas (horas de entrenamiento= 10.46 ± 3.04) frente a los chicos (horas de entrenamiento= 6.16 ± 3.19). Los chicos tienen mayores valores medios en los resultados del salto CMJ (chicos 0.31 ± 0.57 ; chicas 0.28 ± 0.03) y ABK (chicos 0.35 ± 0.06 ; chicas 0.33 ± 0.06). No existen diferencias significativas en los datos de salto CMJ y ABK en función del sexo de los karatekas.

Palabras clave: CMJ, ABK, fuerza explosiva, kárate.

Abstract. Explosive strength of the lower segments plays an important role in karatekas. For its measurement, the Abalakov jump (ABK) and the counter-motion jump or Countermovement Jump (CMJ) are the most accepted test in research. The objective of this research work was to describe and analyze the results in CMJ and ABK tests of 28 Spanish youth category karatekas (15 boys and 13 girls), aged between 12 and 13 years, all of them participating in the final phase of the Spanish Karate Championship. Results were compared by gender using the Student's T test, as well as ANOVA was performed to assess the relationship between BMI and results in the jump tests. The Spearman Rho test was used to evaluate the correlation between training hours and explosive strength values. The values of weekly training hours are higher in girls (training hours = 10.46 ± 3.04) compared to boys (training hours = 6.16 ± 3.19). Boys have higher average values in CMJ jump results (boys 0.31 ± 0.57 ; girls 0.28 ± 0.03) and ABK (boys 0.35 ± 0.06 ; girls 0.33 ± 0.06). There are no significant differences in CMJ and ABK jump data by gender of the karatekas.

Keywords: CMJ, ABK, explosive strength, karate.

Introducción

El karate es un arte marcial de origen japonés basado en golpes secos y rápidos realizados con los codos, pies y canto de las manos para derribar a un contrincante. Se trata de una especialidad deportiva con unas necesidades de producción de fuerza explosiva contundente y movimientos de los segmentos superiores e inferiores muy rápidos en combate, siendo la velocidad de ejecución de esos movimientos uno de los criterios fundamentales para conseguir una mayor puntuación en las competiciones de Kata. En este sentido, analizar la potencia de las extremidades inferiores junto con el de las superiores resulta interesante, ya que tiene un papel relevante en la modalidad deportiva (Bosco, Luhtanen, & Komi, 1983; Busko & Wit, 2002; Chaabène, Hachana, Franchini, Mkaouer & Chamari, 2012; Pozo, Bastien & Dierick, 2011; Ravier, Grappe & Rouillon, 2004; Scattoni-Silva, Less, Lobato & Serrão, 2012; Martínez-Majolero, Balsalobre-Fernández, Villaceros-Rodríguez & Tejero-González 2013).

Concretamente, la fuerza explosiva de los segmentos inferiores es un elemento relevante para la ejecución de los movimientos por parte de los karatekas. Por ello, con el objetivo de conocer la fuerza explosiva de los segmentos inferiores por medio del salto existen diferentes pruebas, siendo las más comúnmente aceptadas el Abalakov (ABK), el salto con

contramovimiento o Countermovement Jump (CMJ) y el salto sin contramovimiento o Squat Jump (SJ). Estos tests han sido utilizados en estudios de diversas disciplinas deportivas o como forma de predecir el nivel de fuerza en personas tanto entrenadas como no (Abián, Alegre, Lara, & Aguado, 2006; González Montesinos et al., 2007, Cormack, Newton, McGuigan & Cormie, 2008; De Villarreal, Izquierdo & Gonzalez-Badillo, 2011; Hermassi, Chelly, Tabka, Shephard & Chamari, 2011; López-Segovia, Marques, Vam den Tillaar & González-Badillo, 2011; López, Lara, Espejo & Chacón, 2015). De igual modo, el test CMJ también ha sido analizado como herramienta fiable para medir la fatiga neuromuscular, al final de una temporada deportiva o de un entrenamiento, en diferentes modalidades deportivas (Miras, 2020).

Centrándonos en la evaluación de la fuerza explosiva de los karatekas, estudios como los de Ravier et al. (2004) y Martínez-Majolero et al. (2013) sugieren el empleo del test CMJ, ya que encontraron diferencias en la capacidad de salto vertical entre karatekas de mayor nivel con respecto a los de inferior, así como niveles de correlación significativos entre la velocidad y el tiempo de ejecución.

En este mismo sentido, los resultados obtenidos por Noorul, Pieter & Erie (2008) en la evaluación de la fuerza explosiva de las piernas usando el CMJ en adolescentes que practican taekwondo muestra que los chicos saltaron más alto que las chicas, 52.07 ± 11.07 cm para niños y 34.04 ± 5.21 cm para niñas. De igual modo, otro estudio sobre taekwondistas junior y de elite registraron unos datos de altura de 43.7 cm (chicos junior), 51.5 cm (hombres elite), 32.1 cm (chicas junior), y 31.3 cm (mujeres elite) (Toskovic,

Blessing & Williford, 2002).

Siguiendo a Ravier et al. (2004), en un estudio con karatecas junior del equipo nacional de Francia y con karatecas de nivel nacional, analizaron la fuerza explosiva con el test de CMJ obteniendo unos resultados de 44.9 ± 5.9 cm para los del equipo nacional y de 40 ± 3.8 cm para los de nivel nacional.

Además del test CMJ para medir la fuerza explosiva, según Lara Sánchez, Abián, Alegre, Jiménez & Aguado (2005) el ABK es el salto en el que se obtiene mayor altura y mayor pico de potencia en comparación con el CMJ. En este sentido, un estudio realizado en adolescentes no entrenados registró la fuerza explosiva por medio de los test CMJ y ABK en función del sexo. En este sentido, para el CMJ los chicos (29.4 ± 6.5 cm) obtuvieron mayores resultados que las chicas (27.5 ± 4.4 cm) aunque no fueron significativos. En cuanto al ABK, ocurre de igual modo, los chicos 35.3 ± 6.3 cm frente a las chicas 32.9 ± 5.0 cm sin tener diferencias significativas (López et al., 2015).

En otro estudio en karatecas de entre 15 y 27 años con alto nivel de experiencia en competiciones, los resultados medios en salto vertical CMJ fueron de 46.42 cm (Martínez-Majolero, Balsalobre-Fernández, Villaceros-Rodríguez & Tejero-González, 2013).

Otro estudio con jugadores profesionales de voleibol, destaca que entrenamientos con cargas moderadas y ejercicios de salto, además del entrenamiento normal de esta disciplina deportiva produjo mejoras en la habilidad de salto vertical y la fuerza en las extremidades inferiores (Sánchez-Moreno; García-Asencio; González-Badillo y Díaz-Cueli, 2018).

El objetivo de este estudio es analizar las horas de entrenamiento semanal y los resultados obtenidos en el salto vertical CMJ y ABK en Karatecas de élite en categoría juvenil, así como correlacionar horas de entrenamiento con los resultados obtenidos en los dos saltos.

Yo pondría este objetivo: El objetivo del presente estudio ha sido evaluar la capacidad de salto vertical en karatecas de élite de categoría juvenil. Del mismo modo, se ha analizado la relación entre las horas de entrenamiento semanal y el resultado obtenido en los test de salto.

Material y método

Participantes

La muestra estuvo formada por 28 karatecas de categoría juvenil españoles (15 chicos y 13 chicas), con edades comprendidas entre los 12 y 13 años, todos ellos participantes en la fase final del Campeonato de España de Karate de su categoría en las modalidades Kata o Kumite. Los resultados sobre el IMC en los karatecas juveniles muestran como las chicas presentan un valor medio de 21.01 ± 2.39 , mientras que los chicos, 19.46 ± 2.29 . Se realizó, por tanto, un muestreo por conveniencia donde la participación fue voluntaria y consentida. Tanto los participantes como sus padres o tutores dieron su consentimiento firmado para participar en este estudio, después de ser informados sobre las características del mismo. Se respetó la Declaración de Helsinki y la investigación fue aprobada y autorizada por la Comisión Bioética de la Universidad de Murcia, así como por la Federación

Madridleña de Karate (España).

Instrumentos y procedimiento

Los datos referentes a la altura y peso de los participantes fueron obtenidos por parte de un Experto Nivel II por International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK), se siguió el protocolo elaborado para tal fin y publicado por Norton, Whittingham, Carter, Kerr, Gore & Marfell-Jones (1996). Se empleó una balanza TANITA BC-350 (Tanita®, Illinois, EE.UU.), con un 97% de fiabilidad, precisión 0.1 kg y rango de medida desde 0 a 150 kg., para el peso, mientras que para obtener la altura se empleó un tallímetro TANITA HR001 (Tanita®, Illinois, EE.UU.) con graduación de 1 mm, rango de medición de 0 a 210 cm y precisión de 0,1 cm.

La recogida de datos se realizó el día previo a la celebración del campeonato de España de kárate de la categoría, lo que supone que los deportistas se encontraban en un buen momento de forma. Para la medición de la fuerza explosiva del tren inferior se utilizó un test de salto vertical, el test de Bosco, que está compuesto por una batería de seis saltos verticales sobre una plataforma de contacto BOSCO ERGOJUMP SYSTEM (Byomedic®, Barcelona, Spain), empleando para nuestra investigación el salto con contramovimiento (CMJ) y el Abalakov (ABK). Los participantes realizaron 3 saltos de cada uno de los test, separados por un periodo de descanso de 2 minutos, registrándose el valor más alto. Para la realización del test CMJ, los karatecas comenzaron en una posición de pie, realizando una flexión de rodillas seguido inmediatamente por un salto para alcanzar una altura máxima. Las manos estaban colocadas en las caderas durante todo el movimiento. Para el salto ABK, los participantes realizaron tres saltos con brazos libres, con una separación de piernas de 15-20 centímetros. Durante la fase en el aire, el karateca debía mantener el cuerpo estirado y caer en el lugar de origen. La medición se realiza con una correo métrica colocada en un cinturón sobre el deportista, que se tensa al saltar. Los procedimientos para la realización de los saltos se realizaron siguiendo las aportaciones de diversos autores como Bosco et al. (1983); López-Segovia et al. (2011), García, Herrero, Bresciani & de Paz (2005), Triguero, Rubio & Godoy (2019), entre otros.

Análisis estadístico

Para el tratamiento descriptivo de las diferentes variables analizadas (horas de entrenamiento, CMJ y ABK), se obtuvo la media, desviación estándar e intervalo de confianza. Para comprobar si las variables contrastadas se distribuían de manera normal se empleó el estadístico de Shapiro-Wilk.

Para comparar los resultados obtenidos en las pruebas de salto en función del sexo de los participantes se aplicó la prueba T de Student.

Por último, se intentó establecer la correlación entre las horas de entrenamiento semanales y los valores de fuerza explosiva del tren inferior de los participantes, utilizando para ello la prueba Rho de Spearman.

Todos los resultados fueron analizados utilizando el paquete estadístico Statistical Package for the Social Science (SPSS), en su versión 20.0 para Windows.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados para las variables analizadas.

En la *tabla 1* se observan los valores extraídos del análisis descriptivo de los datos relacionados con el IMC, horas de entrenamiento semanal, valores del CMJ y del ABK, en función de sexo de los participantes. Por otro lado, los chicos tienen mayores valores medios en los resultados del salto CMJ y ABK. Sin embargo, no hay diferencias significativas.

Tabla 1.
Descriptivos IMC, horas semanales de entrenamiento, CMJ y ABK en función del sexo.

Variable	Chicos (n=15)					Chicas (n=13)						
	Media	SD	Mín	Máx	Intervalo de confianza (95%)		Media	SD	Mín	Máx	Intervalo de confianza (95%)	
					Límite inferior	Límite superior					Límite inferior	Límite superior
IMC (kg/m ²)	19.46	2.29	15.54	23.93	18.19	20.73	21.01	2.39	17.99	24.91	19.56	22.46
Horas semana	6.16	3.19	3.00	15.00	4.40	7.93	10.46	3.04	5.00	18.00	8.62	12.30
CMJ	0.31	0.57	0.23	0.39	0.27	0.34	0.28	0.03	0.22	0.33	0.26	0.30
ABK	0.35	0.06	0.23	0.43	0.32	0.39	0.33	0.06	0.23	0.48	0.30	0.37

Al realizar la prueba de normalidad mediante el estadístico de Shapiro-Wilk se observa que, en todos los casos, excepto las horas de entrenamiento semanales en chicos (0.008), la distribución es normal. De igual modo, en la prueba de normalidad de las variables sin distinguir por sexo la distribución se muestra normal.

Por otro lado, tras aplicar la prueba T de Student se observa como para ambas pruebas de salto no existen diferencias significativas en función del género ($p > 0,05$).

La correlación entre el número de horas de entrenamiento semanal y los resultados en los test CMJ y ABK destaca como no hay ninguna relación significativa. Para los chicos, los resultados de CMJ del test de Spearman son $r=0.304$ y $p=0.136$, mientras que de ABK los resultados son $r=0.097$ y $p=0.366$. Para las karatekas chicas los resultados en el CMJ del test de Spearman son $r=-0.280$ y $p=0.177$ y de ABK los resultados son $r=-0.251$ y $p=0.204$.

Discusión

En base a los resultados alcanzados en este estudio, para el salto CMJ los karatekas alcanzaron unos valores de 31 ± 5.7 centímetros. En otros estudios como el de Martínez-Majolero et al. (2013), en karatekas de entre 15 y 27 años con un alto nivel de experiencia, los resultados medios en salto vertical CMJ fueron de 46.42 centímetros. De igual modo, en el estudio de Ravier et al. (2004), los resultados de los karatekas del equipo nacional de Francia son de 42.2 ± 5.4 cm. En ambos casos, los karatekas eran de edades superiores a los analizados en nuestro estudio.

Teniendo en cuenta los resultados en función del género, en nuestro estudio, los chicos alcanzaron unos datos de (31 ± 5.7 cm) mientras que las chicas (28 ± 0.3 cm). Una investigación realizada en otras disciplinas deportivas, muestra como taekwondistas junior registraron unos datos de altura de 43.7 cm (chicos), 32.1 cm (chicas junior), (Toskovic, Blessing & Williford, 2002) Por otro lado, adolescentes no entrenados alcanzaron unos resultados en el CMJ de 29.4 ± 6.5 cm., para los chicos, mientras que las chicas fueron de 27.5

± 4.4 cm., (López et al., 2015).

Si relacionamos nuestros resultados en el test de salto CMJ con otros deportistas jóvenes de diferentes disciplinas, se observa como, por ejemplo, en un deporte donde se implica la fuerza del tren inferior como es el fútbol, la media de los saltos en futbolistas jóvenes, fue de 30 cm. (Salinero et al., 2013), siendo estos resultados similares a los encontrados en nuestra investigación, (31 ± 5.7 cm).

De igual modo, López et al. (2015), analizó también el ABK con adolescentes no entrenados. Los chicos alcanzaron 35.3 ± 6.3 cm., frente a las chicas 32.9 ± 5.0 cm., sin tener diferencias significativas. Estos resultados son similares a los nuestros, 35 ± 6 cm para los chicos y 33 ± 6 cm para las chicas. Las diferencias podrían volver a estar relacionados con la edad de los sujetos.

En cuanto a la variable de horas de entrenamiento hay que tener en cuenta que, en el momento de la recogida de datos, los karatekas se encuentran en un estado de forma óptimo, ya que se realizó el día antes del Campeonato de España. Los entrenamientos realizados se basaban en una preparación integral para la competición. En este sentido, la relación entre horas de entrenamiento y los resultados obtenidos en los test de salto vertical, la literatura científica es escasa. En artículo de Zetaruk, Violan, Zurakowski & Micheli (2000), los resultados medios sobre horas de entrenamiento semanales en karatekas entre 6 y 16 años fueron de 2.12 horas semanales habiendo una variación de entre 1.15 a 4.21 horas. Sin embargo, en nuestro estudio los resultados son superiores, encontrando una media semanal en chicos de 6.16 horas y de 10.45 horas de entrenamiento semanales en chicas.

Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones halladas tras el trabajo de investigación.

En cuanto a los resultados de salto CMJ y ABK, los chicos alcanzan mayores valores medios, aunque sin diferencias significativas. En este sentido, se concluye que no existen diferencias significativas en los datos de salto CMJ y ABK en función del sexo de los karatekas participantes en este estudio.

Por un lado, se aprecian valores superiores de horas de entrenamiento semanales de las chicas. Sin embargo, no son un factor determinante en los resultados obtenidos para los saltos de CMJ y ABK.

En futuras investigaciones sería interesante conocer de manera específica el entrenamiento realizado por los karatekas para analizar si el tipo de entrenamiento realizado tiene alguna relación con los resultados en los saltos de CMJ y ABK

Referencias

- Abián, J., Alegre, L. M., Lara, A. J., & Aguado, X. (2006). Diferencias de sexo durante la amortiguación de caídas en test de salto. *Archivos de Medicina del Deporte*, 23(116), 441-449.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). Simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 50(2), 273-

282. doi:10.1007/BF00422166
- Busko, K., & Wit, B. (2002). Force-velocity relationship of lower extremity muscles of karate athletes and rowers. *Biology of Sport*, 19(4), 373-384.
- Chaabène, H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2012). Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports Medicine*, 42(10), 829-843.
- Comfort, Paul & Stewart, Al & Bloom, Laurence & Clarkson, Ben. (2013). Relationships Between Strength, Sprint, and Jump Performance in Well-Trained Youth Soccer Players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 28. 10.1519/JSC.0b013e318291b8c7.
- Cormack, S. J., Newton, R. U., McGuigan, M. R., & Cormie, P. (2008). Neuromuscular and Endocrine Responses of Elite Players during an Australian Rules Football Season. *International Journal of Sports Physiology y Performance*, 3(4), 439-453.
- De Villarreal, E. S. S., Izquierdo, M., & Gonzalez-Badillo, J. (2011). Enhancing jump performance after combined vs. maximal power, heavy-resistance, and plyometric training alone. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(12), 3274-3281.
- García López, D.; Herrero Alonso, J.A.; Bresciani, G., & de Paz Fernández, J.A (2005). Análisis de las adaptaciones inducidas por cuatro semanas de entrenamiento pliométrico. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 5 (17), pp. 68- 76 <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista17/artentrenamiento3.htm>
- González Montesinos, J. L., Díaz Romero, N., García Rodríguez, L., Mora Vicente, J., Castro Piñero, J., & Facio Silva, M. (2007). La capacidad de salto e índice de elasticidad en Educación Primaria. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 7(28), 359-373.
- Hermassi, S., Chelly, M. S., Tabka, Z., Shephard, R. J., & Chamari, K. (2011). Effects of 8-week in-season upper and lower limb heavy resistance training on the peak power, throwing velocity, and sprint performance of elite male handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9).
- Lara Sánchez, A. J., Abián Vicén, J., Alegre Durán, L. M., Jiménez Linares, L., & Aguado Jódar, X. (2005). Medición directa de la potencia con test de salto en voleibol femenino. *Archivos de Medicina del Deporte*, 22(106), 111-120
- López, F. J., Lara, A. J., Espejo, N., & Cachón, J. (2015). Evaluación de la fuerza explosiva de extensión de las extremidades inferiores en escolares. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 122, 4, pp. 44-51.
- López-Segovia, M., Marques, M. C., Vam den Tillaar, R., & González-Badillo, J. (2011). Relationships between vertical jump and full squat power outputs with sprint times in u21 soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 30, 135-144.
- Martínez-Majolero, V., Balsalobre-Fernández, C., Villaceros-Rodríguez, J., & Tejero-González, C. M. (2013). Relationships between Vertical Jump and Mae-Geri Speed in International Class Karatekas Specialising in Kata. *Apunts. Educación Física y deporte*, 114, 4, 58-64.
- Miras, S. (2020). La altura del salto en contramovimiento como instrumento de control de la fatiga neuromuscular. Revisión sistemática. *RETOS. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 37, 820-826.
- Noorul, H.R., Pieter, W., & Erie, Z.Z. (2008) Physical fitness of recreational adolescent Taekwondo athletes. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 2, 230-240.
- Pozo, J., Bastien, G., & Dierick, F. (2011). Execution time, kinetics, and kinematics of the mae-geri kick: comparison of national and international standard karate athletes. *Journal of sports sciences*, 29(14), 1553-1561.
- Ravier, G., Grappe, F., & Rouillon, J. D. (2004). Application of force-velocity cycle ergometer test and vertical jump tests in the functional assessment of karate competitor. *Journal Sports Med Phys Fitness*, 44(4), 349-55.
- Salinero, J. J., González-Millán, C., Vicente, D. R., Vicén, J. A., García-Aparicio, A., Rodríguez-Cabrero, M., & Cruz, A. (2013). Valoración de la condición física y técnica en futbolistas jóvenes. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/ International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 13(50), 401-418.
- Scattone-Silva, R., Lessi, G. C., Lobato, D. F. M., & Serrão, F. V. (2012). Acceleration time, peak torque and time to peak torque in elite karate athletes. *Science y Sports*, 27(4).
- Sánchez-Moreno, M., García-Asencio, C., González-Badillo, J. & Díaz-Cueli, D. (2018). Strength and vertical jump performance changes in elite male volleyball players during the season. *RETOS. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 37, 820-826
- Toskovic NN, Blessing D, & Williford HN (2002). The effect of experience and gender on cardiovascular and metabolic responses with dynamic Tae Kwon Do exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(2), 278-285.
- Triguero, D. M., Rubio, J. G., & Godoy, S. J. I. (2019). Batería de test de campo para evaluar la condición física de jugadores de baloncesto: Sbafit. *e-balonmano. com: Revista de Ciencias del Deporte*, 15(2), 107-126.
- Zetaruk, M., Violan, M., Zurakowski, D. & Micheli, L. (2000). Karate injuries in children and adolescents. *Accident Analysis y Prevention*, 32, 3. 421-425. Consultado en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457599001207>

