



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



REVISIÓN

Relación entre potencia aeróbica y anaeróbica y el *Special Judo Fitness Test* (SJFT) en judokas varones iraníes de élite

A. Farzaneh Hesari^{a,*}, B. Mirzaei^b, S. Mahdavi Ortakand^a, A. Rabienejad^c, P.T. Nikolaidis^d

^a Department of Physical Education and Sport Sciences, Sabzevar Tarbiat Moallem University, Sabzevar, Irán

^b Department of Physical Education and Sport Sciences, Guilan University, Rasht, Irán

^c Gorgan Branch, Islamic Azad University Gogan, Irán

^d Exercise Physiology Laboratory, Nikaia, Grecia

Recibido el 26 de noviembre de 2012; aceptado el 15 de julio de 2013

PALABRAS CLAVE

Pruebas de esfuerzo de campo y de laboratorio;
Artes marciales

Resumen

Introducción: El objetivo de este estudio fue valorar la relación entre potencia aeróbica y anaeróbica, y el test específico para judo, *Special Judo Fitness Test* (SJFT), en judokas varones iraníes de élite.

Método: Diecinueve judokas de élite (edad 24,3 [3,1] años, altura 1,78 [0,06] m, masa corporal 76,4 [11,2] kg, índice de masa corporal 20,2 [3,6] kg/m² y grasa corporal 11,0 [1,8] %) realizaron una prueba de esfuerzo en tapiz rodante, el test anaeróbico de Wingate con acción de brazos y el SJFT. Con la prueba de esfuerzo en cinta se calculó el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) y con el test anaeróbico de Wingate se evaluó la potencia máxima y media, que describen el rendimiento a corto plazo y la resistencia muscular local, respectivamente.

Resultados: El índice del SJFT estaba en relación inversa con el VO_{2max} ($r = -0,87$, $p < 0,01$), la potencia máxima ($r = -0,74$, $p < 0,01$) y la potencia media ($r = -0,62$, $p < 0,05$).

Discusión: De acuerdo con estos hallazgos, se ha demostrado que el SJFT es una prueba de campo que describe principalmente la potencia aeróbica, y en un grado menor el rendimiento a corto plazo y la fatiga muscular local. Por tanto, se recomienda su uso a entrenadores y preparadores físicos como medida de supervisión de la potencia aeróbica y se hace hincapié en la necesidad de un test de campo que describa la potencia anaeróbica.

© 2013 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: aminak101@yahoo.com (A. Farzaneh Hesari)

KEYWORDS

Field and laboratory
exercise tests;
Martial arts

Relationship between aerobic and anaerobic power, and special judo fitness test in elite Iranian male judokas

Abstract

Introduction: The purpose of this study was to assess the relationship between aerobic and anaerobic power, and special judo fitness test in elite male judokas.

Method: Nineteen elite Judokas [age 24.3 (3.1) yr, height 1.78 (.06) m, body mass 76.4 (11.2) kg, body mass index 20.2 (3.6) kg/m² and body fat 11.0 (1.8) %] performed a graded exercise test in treadmill, the Wingate anaerobic test for arms and the special judo fitness test. The graded exercise test in treadmill estimated maximal oxygen uptake (VO_{2 max}) and the Wingate anaerobic test assessed peak and mean power, descriptors of short-term power output and local muscular endurance respectively.

Results: The index of special judo fitness test was in inverse direct relationship with VO_{2 max} ($r = -.87$, $P < .01$), peak power ($r = -.74$, $P < .01$) and mean power ($r = -.62$, $P < .05$).

Discussion: Based on these findings, it was showed that the special judo fitness test is a field test that describes chiefly aerobic power, and in a lesser degree short-term power output and local muscular fatigue. Therefore, its further use from judo coaches and fitness trainers as a measure to monitor aerobic power is recommended, and the need for a field test that will describe anaerobic power is highlighted.

© 2012 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El judo es un deporte olímpico que requiere una preparación física, psicológica y técnica elevada¹. El judo de competición puede ser descrito como un deporte de combate de alta intensidad en que el deportista intenta derribar al adversario para controlarle durante el combate preliminar. Ambos intentos dependen de técnicas específicas y habilidades tácticas afianzadas por una buena condición física². Las técnicas del judo, como la proyección, la luxación, la estrangulación y la inmovilización, contribuyen a la transferencia de los sistemas de energía anaeróbica aláctica y láctica³. Teniendo en cuenta la duración del combate y el número de encuentros durante un torneo, la capacidad aeróbica es importante para un mejor uso del sistema del judoka y de cara a un proceso de recuperación rápido⁴.

La valoración de las capacidades físicas es una parte importante del proceso de entrenamiento porque proporciona información sobre las variables que es preciso mejorar y sobre la efectividad de un programa de entrenamiento⁵. Las pruebas fisiológicas se usan generalmente para valorar el nivel de forma física general de los deportistas y para establecer directrices de entrenamiento individualizado⁶. En el entorno del laboratorio, la potencia aeróbica generalmente se valora mediante las pruebas de esfuerzo máximo o submáximo, realizadas en un ergómetro, mientras que la fuerza anaeróbica se evalúa mediante tests máximos (p. ej., test anaeróbico de Wingate, test de fuerza-velocidad y test de Bosco). Aunque las pruebas de laboratorio proporcionan resultados válidos y fiables, no pueden reproducir fielmente los patrones de movimiento del deporte, y por ello fue preciso desarrollar pruebas específicas para el judo. Fueron propuestos distintos tests de campo. Entre ellos, un test de habilidad específica para el judo, que consta de 10 estaciones, en que unos judokas

adolescentes realizaron habilidades y tareas específicas del judo, que no se correlacionó con un ranking de rendimiento, y por tanto no fue suficientemente sensible para medir con precisión su talento⁷.

Por otro lado, el SJFT, propuesto por Sterkowicz, está considerado una herramienta útil de entrenamiento⁸. La concentración del lactato en sangre después del SJFT fue muy similar a la obtenida después del combate de judo, indicando respuestas metabólicas similares en estas situaciones⁹. Sterkowicz y Franchini¹⁰ observaron que los judokas de élite polacos (medallistas del campeonato nacional) presentaban un índice mejor de SJFT comparado con los atletas que competían en un nivel deportivo inferior y que los competidores de categorías de pesos ligeros presentaban un índice mejor que los judokas de categorías más pesadas. Además, Franchini et al.¹¹ encontraron que los deportistas mayores de 16 años sometidos a un mismo tipo de entrenamiento tendían a tener un rendimiento similar en el SJFT.

Según creemos, no ha sido estudiada la asociación entre el SJFT con métodos de valoración de la condición física en el laboratorio. Por tanto, el propósito de este estudio fue evaluar la relación entre potencia aeróbica y anaeróbica y los resultados del SJFT en deportistas iraníes varones del equipo nacional de judo.

Material y métodos

Participantes

En esta investigación se adoptó un diseño de correlación descriptiva para examinar la asociación entre medidas de laboratorio de potencia aeróbica y anaeróbica, y el SJFT. El comité local aprobó este estudio y recibió el apoyo de la

federación nacional de judo. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de los deportistas tras la exposición oral del diseño experimental y de los potenciales riesgos del estudio. Los criterios de exclusión incluían la historia clínica y el uso de medicación. Diecinueve judokas de élite, incluyendo 11 miembros del equipo nacional iraní y 8 deportistas de nivel nacional, que fueron convocados a las concentraciones nacionales, se ofrecieron voluntariamente para nuestro estudio (edad 24,3 [3,1] años, promedio [DE], altura 1,779 [0,063] m, masa corporal 76,4 [11,2] kg, índice de masa corporal 20,2 [3,6] kg/m² y grasa corporal 11,0 [1,8] %). Todos los participantes compitieron en los juegos oficiales en las categorías de peso menos 60, menos 66, menos 73, menos 81 y menos 90 kg.

Medidas

El estudio se realizó durante 4 días consecutivos. En el primer día se registraron los datos antropométricos y de composición corporal, y en los días siguientes se realizaron el SJFT, el test anaeróbico de Wingate (WAnT) y un test de esfuerzo (GXT), respectivamente, siempre tras un calentamiento estandarizado de 15 min. Para medir la masa corporal se utilizó una báscula digital (lo más cercana a 0,1 kg) (HD-351 Tanita, Illinois, EE.UU.), un estadiómetro portátil para la estatura (0,001 m) (SECA, Leicester, Reino Unido), un analizador de la composición corporal para el porcentaje de grasa corporal (BF) (TBF-410 Tanita, Illinois, EE.UU.), y se calculó el índice de masa corporal.

Procedimiento

Se calculó el consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_{2\text{max}}$) mediante el GXT, protocolo desarrollado por Bruce para valorar la función cardíaca en un tapiz rodante (HC1200 Technogym, Gambettola, Italia), que incluyó 6 etapas de 3 min con incremento de velocidad (de 2,74 km·h⁻¹ a 8,85 km·h⁻¹) e inclinación (de 10% a 20%). El tiempo total (T) se registró en minutos y el $\text{VO}_{2\text{max}}$ fue calculado como $\text{VO}_{2\text{max}} (\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}) = 14,8 (-1,379 T, +0,451 T2, -0,012 T3)$.

La potencia anaeróbica fue medida por el WAnT. Esta prueba se realizó con un ergómetro de brazos (881E Monark, Varberg, Suecia). La fuerza de frenado en el WAnT de 30 s estuvo determinada por el producto de la masa corporal en kg por 0,05. Antes del test se informó a los participantes que tenían que pedalear lo más rápido posible y fueron verbalmente animados durante la prueba. Comparado con otros tests, el WAnT tiene la ventaja que proporciona información sobre los 2 sistemas de transporte de la energía, anaeróbico láctico y aláctico. Los principales índices de esta prueba son: a) potencia máxima (Pmáx), la potencia más elevada suscitada por la prueba tomada como la potencia media de cada periodo de 5 s, y b) potencia media (Pmed), la potencia media durante un test de 30 s y la potencia mínima. Referente al agotador sistema de transferencia de energía durante el test, Pmáx está considerado como descriptor de la producción de fuerza a corto plazo que se basa principalmente en la potencia del fosfato de creatina-trifosfato de adenosina (sistema anaeróbico aláctico), y Pmed como descriptor muscular local de la *endurance* basado principalmente en la glucólisis anaeróbica

resultante de la producción de lactato (sistema anaeróbico láctico).

Los deportistas realizaron el test específico del deporte propuesto por Sterkowicz, según el protocolo siguiente: 2 judokas de estatura y masa corporal similar (misma categoría) fueron colocados a 6 m de distancia el uno del otro, mientras el ejecutor de la prueba (tori) se situó a 3 m de los judokas. El procedimiento se dividió en 3 periodos: A) 15 s; B) 30 s, y C) 30 s, con intervalos de 10 s entre ellos. En cada periodo el ejecutor tumba al contrincante utilizando la técnica «ippon-seoi-nage» tantas veces como sea posible. Inmediatamente se registra el ritmo cardíaco (FC) y un minuto después de terminar la prueba por el monitor de frecuencia cardíaca (Sport-tester Polar Electro, Kempele, Finlandia). En base a los resultados obtenidos, se calculó el índice (I_{SJFT}):

$$I_{\text{SJFT}} = (\text{FC después del esfuerzo} + \text{FC 1 min después de terminar el esfuerzo}) / (\text{suma de proyecciones [serie A + serie B + serie C]})$$

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante el paquete SPSS 13.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.). Fue calculada la estadística descriptiva, incluyendo mediana y desviación estándar (DE) de las variables de resultado. La correlación producto momento de Pearson (r) fue usada para determinar el grado de asociación entre variables seleccionadas. El nivel de significación se estableció en $\alpha = 0,05$.

Resultados

Respecto a los parámetros del SJFT, la proyecciones en la serie A fueron 6,3 (0,6) [mediana (DE)], en la serie B 10,9 (0,7), en la serie C 10,3 (1,0), y sumaron 27,5 (1,8). La frecuencia cardíaca (FC) al final de la serie C fue 176,8 (6,8) latidos/min⁻¹ y un minuto después de finalizar la serie C la FC fue 142,5 (10,5) latidos/min⁻¹. El I_{SJFT} fue 11,7 (1,0). El $\text{VO}_{2\text{max}}$ estimado fue 54,4 (4,5) ml·kg⁻¹·min⁻¹, mientras que la potencia máxima (Pmáx) y la potencia media (Pmed) fueron 7,8 (0,4) W·kg⁻¹ y 5,9 (0,6) W·kg⁻¹, respectivamente.

Tabla 1 Asociación entre $\text{VO}_{2\text{max}}$, potencia anaeróbica y SJFT en judokas

	$\text{VO}_{2\text{max}}$	Pmáx	Pmed
Proyecciones Serie A	0,50	0,53*	0,43
Proyecciones Serie B	0,35	0,33	0,23
Proyecciones Serie C	0,86**	0,74**	0,63**
Suma de proyecciones	0,78**	-0,26	-0,28
FC tras la serie C	0,2**	-0,58*	-0,65**
FC tras 1 min de reposo	-0,89**	0,71**	0,53*
I_{SJFT}	-0,87**	-0,74**	-0,62*

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$

El análisis de correlación entre características antropométricas y el SJFT reveló una asociación inversa de la estatura con el número de proyecciones en la serie C ($r = -0,68$, $p < 0,05$), así como con la suma de proyecciones ($r = -0,64$, $p < 0,05$). También se observó una correlación negativa entre el peso y el número de proyecciones en la serie A ($r = -0,67$, $p < 0,05$), el número de proyecciones en la serie C ($r = -0,68$, $p < 0,05$) y la suma de proyecciones ($r = -0,71$, $p < 0,05$). La tabla 1 muestra la asociación entre SJFT, $VO_{2\max}$ y potencia anaeróbica.

Discusión

La estrecha asociación entre características físicas y SJFT se correlacionó con los primeros estudios de judokas que destacaron la importancia de la altura y el peso en este deporte^{12,13}. I_{SJFT} muestra el nivel de rendimiento en el SJFT: con rendimiento máximo, índice mínimo. Los participantes tuvieron valores similares de I_{SJFT} ($11,7 \pm 1,0$) a los de los judokas polacos ($11,6 \pm 1,2$)¹⁴ y mejores valores que los judokas brasileños ($13,2 \pm 1,55$)¹¹. La FC al final del test y un minuto después del test fue comparable a la de estudios previos^{11,14}. El $VO_{2\max}$ ($54,4 \pm 4,5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) en nuestra muestra fue más bajo que los valores correspondientes a judokas canadienses ($59,2 \pm 5,2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)². En otra investigación relevante, los valores de $VO_{2\max}$ de judokas de nivel estatal y nacional¹⁵ fueron $59,8 \pm 3,6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, y en un equipo olímpico¹⁶, $52,9 \pm 4,4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Se ha sugerido que en el judo⁶ el $VO_{2\max}$ oscila entre 50 y 60 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Una explicación posible de esta diferencia podría ser la elección del método de valoración de la potencia aeróbica.

Respecto a la fuerza anaeróbica de los participantes, en $P_{\max}$ ($7,8 \pm 0,4 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$) y en P_{med} ($5,9 \pm 0,6 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$) coincidimos también con estudios anteriores. Por ejemplo, $P_{\max}$ y P_{med} en los judokas canadienses fue $7,7 \pm 0,9 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ y $5,7 \pm 0,7 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$, respectivamente, mientras que $P_{\max}$ y P_{med} en el estudio de judokas brasileños fue $8,1 \pm 0,8 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ y $6,2 \pm 0,7 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$, respectivamente¹¹. La potencia aeróbica máxima afecta extraordinariamente al rendimiento competitivo de un judoka¹⁷. WAnT es un test que puede discriminar a los deportistas en base a su nivel de competencia. Por ejemplo, el equipo de judokas nacional y el equipo universitario obtuvieron mejor puntuación en este test que los juniors¹⁷.

Generalmente, los judokas de élite puntuaron mejor en el test de condición física y los tests de deporte específicos que sus homólogos sub-élite¹⁸. Investigaciones previas sugirieron que la coordinación entre fuerza, velocidad, flexibilidad y equilibrio, masa muscular y volumen óseo, y la *endurance* en el rendimiento en judo expresado por la puntuación ganadora en el combate, estuvo relacionada con el rendimiento en el judo¹⁹. En un análisis de jóvenes judokas, la consecución de la final del campeonato nacional se relacionó con la *endurance* y la fuerza, y no con la antropometría²⁰.

En resumen, nuestros hallazgos en relación con el perfil aeróbico y anaeróbico de judokas de élite confirmaron observaciones anteriores sobre su alto nivel de condición física. Sin embargo, el hallazgo más importante fue la fuerte

correlación entre potencia aeróbica y anaeróbica con el rendimiento en el SJFT. Se ha mostrado que el SJFT es un test de campo que describe principalmente la potencia aeróbica, y en un grado menor la producción de potencia a corto plazo y la fatiga muscular local. Por tanto, su uso está recomendado para entrenadores de judo y preparadores físicos, para medir la fuerza aeróbica, y se subraya la necesidad de un test de campo que describa la anaeróbica. Correlaciones moderadas entre SJFT y los índices de potencia aeróbica y anaeróbica fueron indicados previamente en un estudio en que el número de proyecciones en el SJFT se correlacionó con la velocidad del umbral anaeróbico ($r = 0,60$, $p < 0,01$), velocidad pico en prueba incremental ($r = 0,70$, $p < 0,01$) y salto con contramovimiento ($r = 0,74$, $p < 0,01$)²¹.

La correlación significativa de SJFT tanto con la potencia aeróbica como con la anaeróbica no fue inesperada, puesto que existen altos requerimientos de ambas en judo. El entrenamiento del judo mejora ambos rendimientos aeróbico y anaeróbico, y estos cambios estuvieron asociados con cambios en la estructura y la función cardíaca y se compararon con un grupo control no entrenado²². Además, Gariod et al.²³ sugirieron que los judokas con un $VO_{2\max}$ más elevado presentaban resíntesis del fosfato de creatina (PCr) más rápido comparado con judokas con valores más bajos de $VO_{2\max}$. Junto con la resíntesis más rápida de PCr, la extracción de un lactato más rápido y la recuperación de pH en sujetos con una potencia aeróbica más alta podrían beneficiar el proceso de recuperación²⁴.

Conclusiones

La coincidencia de nuestros hallazgos con otros estudios sobre judokas de élite acentúa la necesidad de unas características fisiológicas específicas en estos atletas. Para mitigar correlaciones altas entre SJFT y condición física se confirmó la validez de SJFT como test de campo en judo. Por tanto, los entrenadores de judo deberían usar este test para controlar el progreso de sus deportistas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Damos las gracias a todos los deportistas que voluntariamente participaron en este estudio.

Bibliografía

1. Little NG. Physical performance attributes of junior and senior women, juvenile, junior and senior men judokas. *J Sports Med Phys Fitness*. 1997;31:510-20.
2. Thomas SG, Cox MH, Legal YM, Verde TJ, Smith HK. Physiological profiles of the Canadian National Judo Team. *Can J Sport Sci*. 1989;14:142-7.

3. Laskowski R. Training loads and physical capacity in female practicing judo. Gdańsk: Awfis; 2007.
4. Ikai M, Haga S, Kaneko M. The characteristic of physical fitness of judoists from the viewpoint of respiratory and cardiovascular functions. Bull Assoc Sci Stud Judo Kodokan Rep. 1987;4:47-55.
5. Lidor R, Melnik Y, Bilkevitz A, Falk B. The ten station judo ability test: A test of physical and skill components. Strength Cond J. 2006;28:18-20.
6. Franchini E, Nunes AV, Moraes JM, del Vecchio FB. Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. J Physiol Anthropol. 2007;26:59-67.
7. Lidor R, Melnik Y, Bilkevitz A, Arnon M, Falk B. Measurement of talent in judo using a unique: Judo-specific ability test. J Sports Med Phys Fitness. 2005;45:32-7.
8. Sterkowicz S. Special judo fitness test. Antropomotoryka. 1995;12:29-44.
9. Franchini E, Nakamura FY, Takito MY, Kiss MA, Sterkowicz S. Specific fitness test developed in Brazilian judoists. Biol Sport. 1998;15:165-70.
10. Sterkowicz S, Franchini E. Specific fitness of elite and novice judoists. J Hum Kinetics. 2001;6:44-52.
11. Franchini E, Nakamura FY, Takito MY, Kiss MA, Sterkowicz S. Special judo fitness test in juvenile: Junior and senior Brazilian judo players. Biol Sport. 2005;7:11-8.
12. Farmosi I. Body-composition: Somatotype and some motor performance of judoists. J Sports Med Phys Fitness. 1980;20:431-4.
13. Claessens A, Beunen G, Wellens R, Geldof G. Somatotype and body structure of world top judoists. J Sports Med Phys Fitness. 1987;27:105-13.
14. Sterkowicz S, Franchini E. Special judo fitness test. Warszawa: AWF; 2006.
15. Santos L, González V, Iscar M, Brime JI, Fernandez-Rio J, Egocheaga J, et al. A new individual and specific test to determine the aerobic-anaerobic transition zone (Santos Test) in competitive judokas. J Strength Cond Res. 2010;24:2419-28.
16. Sbriccoli P, Bazzucchi I, di Mario A, Marzattinocci G, Felici F. Assessment of maximal cardiorespiratory performance and muscle power in the Italian Olympic judoka. J Strength Cond Res. 2007;21:738-44.
17. Kim J, Cho HC, Jung HS, Yoon JD. Influence of performance level on anaerobic power and body composition in elite male judoists. J Strength Cond Res. 2011;25:1346-54.
18. Almansba R, Franchini E, Sterkowicz S. Uchi-komi avec charge, une approche physiologique d'un nouveau test spécifique au judo. Sci Sports. 2007;22:216-23.
19. Krstulović S, Zuvela F, Katić R. Biomotor systems in elite junior judoists. Coll Antropol. 2006;30:845-51.
20. Krstulović S, Sekulić D, Sertić H. Anthropological determinants of success in young judoists. Coll Antropol. 2005;29:697-703.
21. Detanico D, dal Pupo J, Franchini E, Giovana dos Santos S. Relationship of aerobic and neuromuscular indexes with specifications in judo. Sci Sports. 2012;27:16-22.
22. Laskowski R, Wysocki K, Multan A, Haga S. Changes in cardiac structure and function among elite judoists resulting from longterm judo practice. J Sports Med Phys Fitness. 2008;48:366-70.
23. Gariod L, Favre-Juvin A, Novel V, Majeau H, Rossi A. Évaluation du profil énergétique des judokas par spectroscopie. Sci Sports. 1995;10:201-7.
24. Tomlin DL, Wenger HA. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. Sport Med. 2001;31:1-11.