



REVISIÓ

Relació entre potència aeròbica i anaeròbica i l'*Special Judo Fitness Test* (SJFT) en judokes iranians d'elit

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

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

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

^c Gorgan Branch, Islamic Azad University Gogan, Iran

^d Exercise Physiology Laboratory, Nikaia, Grècia

Rebut el 26 de novembre de 2012; acceptat el 15 de juliol de 2013

PARAULES CLAU

Proves d'esforç de camp i de laboratori;
Arts marcial

Resum

Introducció: L'objectiu d'aquest estudi fou valorar la relació entre potència aeròbica i anaeròbica, i el test específic per al judo, *Special Judo Fitness Test* (SJFT), en judokes iranians d'elit.

Mètode: Dinou judokes d'elit (edat 24,3 [3,1] anys, alçada 1,78 [0,06] m, massa corporal 76,4 [11,2] kg, índex de massa corporal 20,2 [3,6] kg/m² i greix corporal 11,0 [1,8] %) realitzaren una prova d'esforç en una cinta ergomètrica, el test anaeròbic de Wingate amb acció de braços i l'SJFT. Amb la prova d'esforç a la cinta es calculà el consum màxim d'oxigen (VO_{2max}) i amb el test anaeròbic de Wingate s'avaluà la potència màxima i mitjana, que descriuen el rendiment a curt termini i la resistència muscular local, respectivament.

Resultats: L'índex de l'SJFT estava en relació inversa amb el VO_{2max} ($r = -0,87$, $p < 0,01$), la potència màxima ($r = -0,74$, $p < 0,01$) i la potència mitjana ($r = -0,62$, $p < 0,05$).

Discussió: D'acord amb aquestes troballes, s'ha demostrat que l'SJFT és una prova de camp que descriu principalment la potència aeròbica, i en menor grau el rendiment a curt termini i la fatiga muscular local. Per tant, se'n recomana l'ús a entrenadors i preparadors físics com a mesura de supervisió de la potència aeròbica i s'insisteix que cal un test de camp per descriure la potència anaeròbica.

© 2012 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

*Autor per a correspondència.

Correu electrònic: 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) r, 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_{2max}) 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_{2max} (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.

Introducció

El judo és un esport olímpic que requereix una gran preparació física, psicològica i tècnica¹. El judo de competició pot ser descrit com un esport de combat d'alta intensitat en què l'esportista intenta desequilibrar l'adversari per poder-lo controlar durant el combat preliminar. Ambdós intents depenen de tècniques específiques i habilitats tàctiques refermades per un bon condicionament físic². Les tècniques del judo, com la projecció, luxació, estrangulació i immobilització, contribueixen a la transferència dels sistemes d'energia anaeròbica alàctica i làctica³. Tenint en compte la durada del combat i el nombre de matxs durant un torneig, la capacitat aeròbica és important per un millor ús del sistema del judoka i de cara a un procés de recuperació ràpid⁴.

La valoració de les capacitats físiques és una part important del procés d'entrenament perquè proporciona informació sobre les variables que cal millorar i sobre l'efectivitat d'un programa d'entrenament⁵. Les proves fisiològiques generalment s'utilitzen per avaluar el nivell de forma física general dels esportistes i per establir directrius d'entrenament individualitzat⁶. A l'entorn del laboratori, la potència aeròbica generalment es valora amb proves d'esforç màxim o submàxim, realitzades en un ergòmetre, mentre que la força anaeròbica s'avalua amb tests màxims (p. ex., test anaeròbic de Wingate, test de força-velocitat i test de Bosco). Tot i que les proves de laboratori ofereixen resultats vàlids i fiables, no poden reproduir fidelment els patrons de moviment de l'esport, i per això calgué desenvolupar unes proves específiques per al judo. Foren proposats diversos tests de camp, entre els quals un test d'habilitat específica per al judo, que consta de 10 estacions, en què uns judokes adolescents realitzaren habilitats i tasques específiques del judo, no es correlacionà amb un

ranquing de rendiment, i per tant no fou prou sensible per mesurar amb precisió el seu talent⁷.

D'altra banda, l'SJFT, proposat per Sterkowicz, està considerat una eina d'entrenament útil⁸. La concentració del lactat a la sang després de l'SJFT fou molt similar a l'obtinguda després del combat de judo, en assenyalar respostes metabòliques similars en aquestes situacions⁹. Sterkowicz i Franchini¹⁰ observaren que els judokes d'elit polonesos (medallistes del campionat nacional) presentaven un índex millor d'SJFT comparat amb els atletes que competien en un nivell esportiu inferior, i que els competidors de categories de pesos lleugers presentaven un índex millor que els judokes de categories més pesades. A més, Franchini et al.¹¹ trobaren que els esportistes majors de 16 anys sotmesos a un mateix tipus d'entrenament tendien a tenir un rendiment similar en l'SJFT.

Pensem que no ha estat prou estudiada l'associació entre l'SJFT i els mètodes de valoració del condicionament físic al laboratori. Per tant, el propòsit d'aquest estudi fou valorar la relació entre potència aeròbica i anaeròbica i els resultats de l'SJFT en esportistes iranians de l'equip nacional de judo.

Material i mètodes**Participants**

Aquesta recerca emprà un disseny de correlació descriptiva per examinar l'associació entre les mesures de laboratori de potència aeròbica i anaeròbica i l'SJFT. El comitè local aprovà aquest estudi i rebé el recolzament de la federació nacional de judo. S'obtingué el consentiment informat per escrit dels esportistes en haver estat exposat el disseny experimental i els potencials riscos de l'estudi. Els criteris

d'exclusió inclogueren la història clínica i l'ús de medicació. Dinou judokes d'elit, que incloïen 11 membres de l'equip nacional iranià i 8 esportistes de nivell nacional, que havien estat convocats a les concentracions nacionals, s'oferiren voluntàriament per participar al nostre estudi (edat 24,3 [3,1] anys, mitjana [DE], alçada 1,779 [0,063] m, massa corporal 76,4 [11,2] kg, índex de massa corporal 20,2 [3,6] kg/m² i greix corporal 11,0 [1,8] %). Els participants van competir als jocs oficials en les categories de pes menys 60, menys 66, menys 73, menys 81 i menys 90 kg.

Mesures

L'estudi fou realitzat durant 4 dies consecutius. El primer dia es registraren les dades antropomètriques i de composició corporal, i els següents es realitzà l'SJFT, el test anaeròbic de Wingate (WANt) i un test d'esforç (GXT), respectivament, sempre amb un escalfament previ estandaritzat de 15 min. Per mesurar la massa corporal s'utilitzà una bàscula digital (el més propera al 0,1 kg) (HD-351 Tanita, Illinois, EUA), un estadiòmetre portàtil per a l'alçada (0,001 m) (SECA, Leicester, Regne Unit), un analitzador de la composició corporal per mesurar el percentatge de greix (BF) (TBF-410 Tanita, Illinois, EUA), i es calculà l'índex de massa corporal.

Procediment

Es calculà el consum màxim d'oxigen (VO_{2max}) amb el GXT, protocol desenvolupat per Bruce per valorar la funció cardíaca a la cinta (HC1200 Technogym, Gambettola, Itàlia), que incloïa 6 etapes de 3 min amb increment de velocitat (de 2,74 km·h⁻¹ a 8,85 km·h⁻¹) i inclinació (de 10 a 20%). El temps total (T) es registrà en minuts i el VO_{2max} fou calculat com VO_{2max} (ml·kg⁻¹·min⁻¹) = 14,8 (-1,379 T + 0,451 T² - 0,012 T³).

La potència anaeròbica fou mesurada pel WANt. Aquesta prova es realitzà amb un ergòmetre de braços (881E Monark, Varberg, Suècia). La força de frenada del WANt de 30 s fou determinada pel producte de la massa corporal en kg per 0,05. Abans del test s'informà als participants que calia que pedalesin el més ràpid possible i durant la prova foren encoratjats verbalment a fer-ho. Comparat amb altres tests, el WANt té l'avantatge que ofereix informació sobre els sistemes de transport de l'energia, anaeròbic làctic i alàctic. Els principals índexs d'aquesta prova són: a) potència màxima (Pmáx), la potència més elevada suscitada per la prova, presa com la potència mitjana de cada període de 5 s, i b) potència mitjana (Pmitj), la potència mitjana durant un test de 30 s i la potència mínima. Referent a l'esgotador sistema de transferència d'energia durant el test, Pmáx està considerat com un descriptor de la producció de força a curt termini que es basa principalment en la potència del fosfat de creatina trifosfat d'adenosina (sistema anaeròbic alàctic), i Pmitj com a descriptor muscular local de l'*endurance* basat principalment en la glucòlisi anaeròbica resultant de la producció de lactat (sistema anaeròbic làctic).

Els esportistes realitzaren el test específic del seu esport proposat per Sterkowicz, segons el protocol següent: 2 judokes d'alçada i massa corporal similar (mateixa categoria) se situen a 6 m de distància l'un de l'altre, mentre

l'executor del test (tori) es col·loca a 3 m dels judokes. El procediment es dividí en 3 períodes: A) 15 s; B) 30 s, i C) 30 s, amb intervals de 10 s. A cada període l'executor tomba el contrincant utilitzant la tècnica «*ippon-seoinage*» tantes vegades com pugui. Immediatament es registra el ritme cardíac (FC) i un minut després d'acabar el test es pren l'FC a través del monitor (Sport-tester Polar Electro, Kempele, Finlàndia). En base als resultats obtinguts, es calculà l'índex (I_{SJFT}):

$$I_{SJFT} = (\text{FC després de l'esforç} + \text{FC 1 min després d'haver acabat l'esforç}) / (\text{suma de projeccions [sèrie A + sèrie B + sèrie C]})$$

Anàlisi

L'anàlisi estadística es realitzà amb el paquet SPSS 13.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). Fou calculada l'estadística descriptiva, incloent-hi mitjana i desviació estàndard (DE) de les variables de resultat. La correlació producte moment de Pearson (r) fou emprada per determinar el grau d'associació entre variables seleccionades. El nivell de significació s'establí en alfa = 0,05.

Resultats

Respecte als paràmetres de l'SJFT, les projeccions a la sèrie A foren 6,3 (0,6) ([mitjana [DE]], a la sèrie B 10,9 (0,7), a la sèrie C 10,3 (1,0) i sumaren 27,5 (1,8). La freqüència cardíaca (FC) al final de la sèrie C fou 176,8 (6,8) batecs per min⁻¹ i un minut després de finalitzar la sèrie C l'FC fou 142,5 (10,5) batecs per min⁻¹. L'I_{SJFT} fou 11,7 (1,0). El VO_{2max} estimat fou 54,4 (4,5) ml·kg⁻¹·min⁻¹, mentre que la potència màxima (Pmáx) i la potència mitjana (Pmitj) foren 7,8 (0,4) W·kg⁻¹ i 5,9 (0,6) W·kg⁻¹, respectivament.

L'anàlisi de correlació entre les característiques antropomètriques i l'SJFT revelà una associació inversa entre l'alçada i el nombre de projeccions a la sèrie C (r = -0,68, p < 0,05), així com amb la suma de projeccions (r = -0,64, p < 0,05). També s'observà una correlació negativa entre pes i el nombre de projeccions de la sèrie A (r = -0,67, p < 0,05), el nombre de projeccions de la sèrie C (r = -0,68,

Taula 3 Associació entre VO_{2max}, potència anaeròbica i SJFT en judokes

	VO _{2max}	Pmáx	Pmitj
Projeccions Sèrie A	0,50	0,53*	0,43
Projeccions Sèrie B	0,35	0,33	0,23
Projeccions Sèrie C	0,86**	0,74**	0,63**
Suma de projeccions	0,78**	-0,26	-0,28
FC després de la sèrie C	0,2**	-0,58*	-0,65**
FC després d'1 min de repòs	-0,89**	0,71**	0,53*
I _{SJFT}	-0,87**	-0,74**	-0,62*

* p < 0,05.

** p < 0,01.

$p < 0,05$) i la suma de projeccions ($r = -0,71$, $p < 0,05$). La taula 1 mostra l'associació entre l'SJFT, el VO_{2max} i la potència anaeròbica.

Discussió

L'estreta relació entre característiques físiques i SJFT concordà amb els primers estudis sobre judokes que destaquen la importància de l'alçada i el pes en aquest esport^{12,13}. I_{SJFT} mostra el nivell de rendiment en l'SJFT; en rendiment màxim, índex mínim. Els participants tingueren valors similars de I_{SJFT} ($11,7 \pm 1,0$) als dels judokes polonesos ($11,6 \pm 1,2$)¹⁴ i valors superiors als dels judokes brasilers ($13,2 \pm 1,55$)¹¹. L'FC al final del test i un minut després del test fou comparable a la d'estudis anteriors^{11,14}. El VO_{2max} ($54,4 \pm 4,5$ ml·kg⁻¹·min⁻¹) a la nostra mostra fou més baix que els valors corresponents als dels judokes canadencs ($59,2 \pm 5,2$ ml·kg⁻¹·min⁻¹)². En una altra recerca rellevant, els valors del VO_{2max} de judokes de nivell estatal i nacional foren $59,8 \pm 3,6$ ml·kg⁻¹·min⁻¹, en un equip olímpic¹⁶ $52,9 \pm 4,4$ ml·kg⁻¹·min⁻¹. S'ha suggerit que en el judo⁶ el VO_{2max} oscil·la entre 50 i 60 ml·kg⁻¹·min⁻¹. Una explicació possible d'aquesta diferència podria ser l'elecció del mètode de valoració de la potència aeròbica.

Respecte a la força anaeròbica dels participants, en $P_{m\acute{a}x}$ ($7,8 \pm 0,4$ W·kg⁻¹) i en P_{mitj} ($5,9 \pm 0,6$ W·kg⁻¹) coincidim també amb estudis anteriors. Per exemple, la $P_{m\acute{a}x}$ i la P_{mitj} dels judokes canadencs foren $7,7 \pm 0,9$ W·kg⁻¹ i $5,7 \pm 0,7$ W·kg⁻¹, respectivament, mentre que la $P_{m\acute{a}x}$ i la P_{mitj} en l'estudi de judokes brasilers fou $8,1 \pm 0,8$ W·kg⁻¹ i $6,2 \pm 0,7$ W·kg⁻¹, respectivament¹¹. La potència aeròbica màxima afecta extraordinàriament el rendiment competitiu d'un judoka¹⁷. WANt és un test que pot discriminar els esportistes en base al seu nivell de competència. Per exemple, l'equip nacional de judokes i l'equip universitari obtingueren millor puntuació en aquest test que els júnior¹⁷.

Generalment, els judokes d'elit obtingueren millor puntuació en el test de condicionament físic i els tests d'esports específics que els seus homòlegs subelit¹⁸. Investigacions prèvies suggeriren que la coordinació/força, la velocitat, la flexibilitat i l'equilibri, la massa muscular i el volum ossi i la resistència en el rendiment en el judo, explícites en la puntuació guanyadora del combat, estigueren relacionades amb el rendiment en el judo¹⁹. En una anàlisi de joves judokes, l'assoliment de la final del campionat nacional es relacionà amb la resistència i la força, i no amb l'antropometria²⁰.

En resum, les nostres troballes en relació amb el perfil aeròbic i anaeròbic de judokes d'elit confirmaren observacions anteriors sobre el seu alt nivell de condicionament físic. Tanmateix, la troballa més important fou la correlació entre potència aeròbica i anaeròbica amb el rendiment en l'SJFT. Ha estat demostrat que l'SJFT és un test de camp que descriu principalment la potència aeròbica, i en menor mesura la producció de força a curt termini i la fatiga muscular local. Per tant, està recomanat per a entrenadors de judo i preparadors físics per mesurar la força aeròbica i es destaca la necessitat d'un test de camp que descriu la força anaeròbica. Correlacions moderades entre l'SJFT i els

índexs de potència aeròbica i anaeròbica s'indicaren en un estudi en què el nombre de projeccions en l'SJFT correlacionà amb la velocitat del llindar anaeròbic ($r = 0,60$, $p < 0,01$), velocitat pic en el test incremental ($r = 0,70$, $p < 0,01$) i salt amb contramoviment ($r = 0,74$, $p < 0,01$)²¹.

La correlació significativa de l'SJFT tant amb la potència aeròbica com amb l'anaeròbica no fou inesperada, donat que el judo n'exigeix un alt grau d'ambdues. L'entrenament del judo millora el rendiment aeròbic i anaeròbic, i aquests canvis estigueren associats amb canvis amb l'estructura i la funció cardíaca i es compararen amb un grup control no entrenat²². A més, Gariod et al.²³ suggeriren que els judokes amb un VO_{2max} més elevat presentaven resíntesi del fosfat de creatina més ràpid (PCr) comparat amb judokes amb valors més baixos de VO_{2max} . Juntament amb la resíntesi més ràpida de PCr, l'extracció d'un lactat més ràpid i la recuperació de pH en subjectes amb una potència aeròbica més alta podrien afavorir el procés de recuperació²⁴.

Conclusions

La coincidència de les nostres troballes amb altres estudis sobre judokes d'elit accentua la necessitat d'unes característiques fisiològiques específiques d'aquests atletes. Per mitigar correlacions altes entre SJFT i condicionament físic es confirmà la validesa de l'SJFT com a test de camp en el judo. Per tant, els entrenadors de judo haurien d'emprar-lo per controlar el progrés dels seus esportistes.

Conflicte de interessos

Els autors declaren que no tenen cap conflicte d'interessos.

Agraïments

Agraïm a tots els esportistes que voluntàriament han participat en aquest estudi.

Bibliografia

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. Farnosi 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, Zuvella 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.