

# ANÁLISE DOS EFEITOS AGUDOS DO ENFRENTAMENTO NO JUDÔ, ATRAVÉS DO ESTUDO DA ASSOCIAÇÃO ENTRE PARÂMETROS METABÓLICOS E MECÂNICOS

Eduardo Carballeira Fernández<sup>1</sup> ecarballeira@udc.es

Eliseo Iglesias Soler<sup>2</sup> eliseo@udc.es

Xurxo Dopico Calvo<sup>2</sup> dopico@udc.es

doi:10.3900/fpj.7.4.229.p

Fernández EC, Soler EI, Calvo XD. Análise dos efeitos agudos do enfrentamento no judô, através do estudo da associação entre parâmetros metabólicos e mecânicos. *Fit Perf J*. 2008 jul-ago;7(4):229-38.

## RESUMO

**Introdução:** O propósito deste trabalho foi analisar as mudanças metabólicas e mecânicas induzidas por um combate de judô, estudando a possível associação entre eles. **Materiais e Métodos:** Oito judocas de nível nacional participaram deste estudo. Foi monitorizada a frequência cardíaca (FC) durante cada combate. Antes, e imediatamente depois que cada combate foram medidos: a concentração de lactato sanguíneo ([LA]); salto com contra-movimento (CMJ); dinamometria manual (D); supino 90° (PB90); remo pronado isométrico a 90° (RP90); e agachamento isométrico a 160° (S160). **Resultados:** A FC alcançou  $92,7 \pm 3,3\%$  da  $FC_{\max}$ . Os valores médios pré e pós-combate obtidos foram: [LA]  $5,39 \pm 1,91 \text{ mmol.L}^{-1}$  e  $13,75 \pm 3,09 \text{ mmol.L}^{-1}$  ( $p < 0,05$ ); CMJ  $39,3 \pm 4,1 \text{ cm}$  e  $40,0 \pm 5,1 \text{ cm}$ ; D (direita),  $52,8 \pm 10,4 \text{ N}$  e  $50,9 \pm 9,7 \text{ N}$ ; D (esquerda),  $56,4 \pm 10,9 \text{ N}$  e  $53,0 \pm 10,4 \text{ N}$ . O rendimento diminuiu em RP90 e PB90, alcançando significação estatística em PB90. %FC correlacionou-se significativamente com a perda de força pós-combate em RP90 ( $r = -0,786$ ;  $p = 0,021$ ). [LA] pós-combate correlacionou-se significativamente com o declínio do desempenho ao longo do tempo para atingir o pico (TPFI) em S160 ( $r = 0,780$ ;  $p = 0,022$ ). **Discussão:** Os efeitos agudos de vários enfrentamentos de judô produziram uma perda de força isométrica em maior medida nos membros superiores do que nos membros inferiores. A ausência de relação entre os parâmetros metabólicos e mecânicos poderia indicar que a fadiga específica em judô se relaciona com mecanismos de fadiga locais.

## PALAVRAS-CHAVE

Força Muscular, Ácido Lático, Frequência Cardíaca, Artes Marciais.

<sup>1</sup> Universidade de La Coruña - Diploma de Estudios Avanzados - Corunã - Espanha

<sup>2</sup> Universidade de La Coruña - Facultad de Ciencias del Deporte y la Educación Física - Departamento de Educación Física y Deportiva - Corunã - Espanha

Copyright© 2008 por Colégio Brasileiro de Atividade Física, Saúde e Esporte

Fit Perf J | Rio de Janeiro | 7 | 4 | 229-38 | jul/ago 2008

## ANÁLISIS DE LOS EFECTOS AGUDOS DEL ENFRENTAMIENTO EN JUDO, A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE LA ASOCIACIÓN ENTRE PARÁMETROS METABÓLICOS Y MECÁNICOS

### ABSTRACT

**Introduction:** The purpose of this study was to analyze the mechanical and metabolic changes induced by judo fights, studying the possible association between them. **Materials and Methods:** Eight judo fighters of national level participated in this study. Was monitored the heart rate (HR) during each fight. Before and immediately after each fight that were measured: the blood lactate concentration ([LA]); counter-movement jump (CMJ); manual dynamometry (D); supine at 90° (PB90); isometric prone rowing at 90° (RP90), and isometric seating at 160° (S160). **Results:** The HR reached  $92.7 \pm 3.3\%$  of  $HR_{max}$ . The pre and post-fight means were: [LA]  $5.39 \pm 1.91 \text{ mmol.L}^{-1}$  and  $13.75 \pm 3.09 \text{ mmol.L}^{-1}$  ( $p < 0.05$ ); CMJ  $39.3 \pm 4.1 \pm 5.1 \text{ cm}$  and  $40.0 \text{ cm}$ , D (right),  $52.8 \pm 10.4 \text{ N}$  and  $50.9 \pm 9.7 \text{ N}$ , D (left),  $56.4 \pm 10.9 \text{ N}$  and  $53.0 \pm 10.4 \text{ N}$ . The yield fell for RP90 and PB90, reaching statistical significance in PB90. HR% significantly correlated with the loss of power in RP90 post-combat ( $r = -0.786$ ,  $p = 0.021$ ). [LA] post-fight significantly correlated with the decrease in income over time to reach the peak (TPFI) in S160 ( $r = 0.780$ ,  $p = 0.022$ ). **Discussion:** The acute effects of several Judo confrontations produced loss of isometric force largely on the upper than in the lower limb. The absence of relations between the mechanical and metabolic parameters could indicate that the specific fatigue in judo is related to mechanisms of local fatigue.

### KEYWORDS

Muscle Strength, Lactic Acid, Heart Rate, Martial Arts.

## ANÁLISIS DE LOS EFECTOS AGUDOS DEL ENFRENTAMIENTO EN JUDO, A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE LA ASOCIACIÓN ENTRE PARÁMETROS METABÓLICOS Y MECÁNICOS

### RESUMEN

**Introducción:** El propósito de este trabajo fue analizar los cambios metabólicos y mecánicos inducidos por un combate de judo, estudiando la posible asociación entre ellos. **Materiales y Métodos:** Ocho judocas de nivel nacional participaron en este estudio. Se monitorizó la frecuencia cardíaca (FC) durante cada combate. Antes, e inmediatamente después de cada combate se midieron: la concentración de lactato sanguíneo ([LA]); salto con contramovimiento (CMJ); dinamometría manual (D); press de banca isométrico a 90° (PB90); remo prono isométrico a 90° (RP90); y sentadilla isométrica a 160° (S160). **Resultados:** La FC alcanzó el  $92,7 \pm 3,3\%$  de la  $FC_{max}$ . Los valores medios pre y postcombate obtenidos, fueron: [LA]  $5,39 \pm 1,91 \text{ mmol.L}^{-1}$  y  $13,75 \pm 3,09 \text{ mmol.L}^{-1}$  ( $p < 0,05$ ); CMJ  $39,3 \pm 4,1 \text{ cm}$  y  $40,0 \pm 5,1 \text{ cm}$ ; D (derecha),  $52,8 \pm 10,4 \text{ N}$  y  $50,9 \pm 9,7 \text{ N}$ ; D (izquierda),  $56,4 \pm 10,9 \text{ N}$  y  $53,0 \pm 10,4 \text{ N}$ . El rendimiento disminuyó en RP90 y PB90, alcanzando significación estadística en PB90. %FC correlacionó significativamente con la pérdida de fuerza postcombate en RP90 ( $r = -0,786$ ;  $p = 0,021$ ). [LA] postcombate correlacionó significativamente con la disminución del rendimiento en el tiempo en alcanzar el pico (TPFI) en S160 ( $r = 0,780$ ;  $p = 0,022$ ). **Discusión:** Los efectos agudos de varios enfrentamientos de judo produjeron una pérdida de fuerza isométrica en mayor medida en el miembro superior que en el miembro inferior. La ausencia de relaciones entre los parámetros metabólicos y mecánicos podría indicar que la fatiga específica en judo se relaciona con mecanismos de fatiga locales.

### PALABRAS CLAVE

Fuerza Muscular, Ácido Láctico, Frecuencia Cardíaca, Artes Marciales.

### INTRODUÇÃO

Atualmente, a análise da associação entre processos metabólicos e manifestações de força demandadas nos esportes de luta se transformou no objeto de estudo de diversos autores<sup>1,2,3,4,5,6</sup>.

Por isso, com o propósito de analisar as demandas condicionais específicas no judô, diferentes autores abordaram a caracterização da estrutura temporária do combate<sup>7,8,9,10,11,12,13,14</sup>. Além disso, diversos trabalhos se fundamentam na obtenção de valores referidos a parâmetros fisiológicos ( $VO_{2max}$  ou frequência cardíaca) e bioquímicos (lactacidemia, CK, testosterona, etc.) para descrever o perfil metabólico do judoca em provas de laboratório<sup>15,16,17,18,19,20</sup>, no transcurso da execução de tarefas específicas do treinamento<sup>21,22,23</sup> ou durante o

desenvolvimento e a finalização da situação competitiva<sup>1,6,24,25,26,27,28,29</sup>.

No que diz respeito à análise das demandas de força neste esporte, os estudos podem se estruturar nos seguintes tópicos:

- Caracterizações da força no judô<sup>30,31</sup> e determinações de pautas de treinamento e/ou planejamento<sup>28,30,32,33,34</sup>;
- Avaliações específicas dinâmicas<sup>35,36,37,38</sup> ou isométricas<sup>18,20,39,40,41,42,43,44,45,46</sup>.

Por outra parte, apesar de que alguns autores<sup>5,30,34,47</sup> destacarem a importância da força isométrica na contra-comunicação motriz própria dos esportes de combate com agarramento, não se encontraram na bibliografia trabalhos que abordem completamente esta manifestação da força no judô.

Levando em conta que o alto nível de exigência do esforço específico nos esportes de luta com agarramento deriva um conjunto de ações com uma importante implicação de força, e que, reciprocamente, as manifestações de força específicas do lutador têm lugar em condições metabólicas desvantajosas<sup>3</sup>, adquire especial relevância nesta especialidade o estabelecimento de interações e/ou associações entre fatores neuromusculares e metabólicos.

Por tudo isso, o objetivo deste estudo foi analisar a associação entre os valores e a modificação das variáveis metabólicas e mecânicas derivada da realização do esforço específico de judô.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

A amostra foi formada por oito judocas masculinos pertencentes à Seleção Galega Sênior de Judô. Todos eles participaram voluntariamente, depois da leitura e assinatura do consentimento correspondente. O procedimento

**Tabela 1 - Caracterização da amostra**

	média	dp	categoria
idade (anos)	24	5,1	18 - 31
peso (kg)	87,7	24,1	65 - 132
estatura (cm)	172,6	10,0	155 - 186
FC <sub>máx</sub> (ppm)	190,0	7,0	180 - 197

dp: desvio padrão

**Tabela 2 - Variáveis metabólicas**

	média	dp	categoria
Fc <sub>mc</sub> (bpm)	175,9	5,7	169 - 184
Fc <sub>máx</sub> (bpm)	190,0	7,0	180 - 197
%Fc <sub>máx</sub>	92,7	3,3	88 - 98
[LA] pré-combate (mmol.L <sup>-1</sup> )	5,4	1,9	3 - 8
[LA] pós-combate (mmol.L <sup>-1</sup> )	13,8	3,1	10 - 19
Diferença [LA] pós - pré	8,4*	3,0	6 - 11

dp: desvio padrão; Fc<sub>mc</sub>: frequência cardíaca média em combate; Fc<sub>máx</sub>: frequência cardíaca máxima em course navette adaptada<sup>50</sup>; %Fc<sub>máx</sub>: % da Fc<sub>mc</sub> com relação à máxima; [LA]: lactacidemia  
 $p \leq 0,05$ ; \* $p \leq 0,001$

**Tabela 3 - Altura do salto vertical com contra-movimento (CMJ).**

		média	dp	categoria
CMJ (cm)	pré	39,31	4,08	33 - 46
	pós	39,96	5,06	31 - 46
Pós vs Pré (%)		101,67	8,37	86 - 109

dp: desvio padrão; pré (antes do combate); pós (depois do combate); pós vs. pré (% do valor pós-combate com relação ao pré-combate)

foi realizado respeitando os princípios da Declaração de Helsinki (revisão de Hong-Kong, Setembro 1989). Todos os esportistas eram especialistas (14,37 anos de prática), sendo vários deles medalhistas nacionais e internacionais, e se encontravam participando da Liga Autônoma Sênior. As características da amostra estão detalhadas na Tabela 1.

### Material e procedimento

O enfrentamento se realizou de acordo com o regulamento, sendo modificada, segundo a norma oficial, a existência de pontuação-limite, com o objetivo de que todos os concorrentes desenvolvessem o tempo total de combate.

Agruparam-se os sujeitos em duplas da mesma categoria de competição. Com cada componente da dupla foi feita a seguinte seqüência de avaliações:

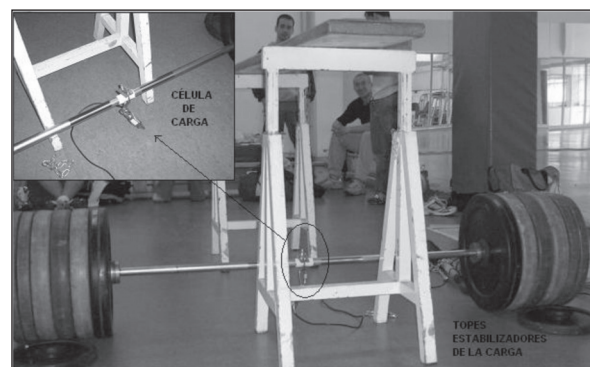
#### 1º. Medição de altura e peso

Para isso foi utilizada uma balança Tefal com precisão de 100g, assim como um talímetro com categoria de medida de 80cm a 200cm e precisão de 1mm.

#### 2º. Familiarização com os instrumentos de medição da força isométrica e protocolo de aquecimento

O nível de familiarização tem influência direta na fiabilidade e validade dos dados do teste isométrico<sup>48</sup>, por isso se considerou sua realização no presente estudo. Além disso, devido às diferentes medidas dos segmentos corporais dos esportistas, se utilizou esta parte da sessão

**Figura 1 - Barra olímpica com uma carga de 210kg e estabilizada com dois discos em cada extremo. A célula de carga se fixa em meio à barra com um mosquetão.**



**Figura 2 - Colocação da corrente na célula de carga.**



**Tabela 4 - Dinamometria isométrica das mãos direita e esquerda**

	valores absolutos (kg)		valores relativos (kg.kg corporal <sup>-1</sup> )	
	DD (média ± dp)	DE (média ± dp)	DDR (média ± dp)	DIR (média ± dp)
pré	52,75±10,39	56,40±10,88	pré	0,62±0,12
pós	50,84±9,71	52,96±10,42	pós	0,59±0,09
pós vs. pré (%)	96,89±8,78	94,53±10,16		

dp: desvio padrão; DD: dinamometria da mão direita (kg); DE: dinamometria da mão esquerda (kg); DDR: dinamometria da mão direita em relação ao peso corporal (kg.kg<sup>-1</sup>); DDE: dinamometria da mão esquerda em relação ao peso corporal (kg.kg<sup>-1</sup>)  
 $p \leq 0,05$

**Tabela 5 - Resultados absolutos e relativos nas provas isométricas**

		PB90 (média ± dp)	RP90 (média ± dp)	S160 (média ± dp)
		PFI (N)	Pré	1265,75 ± 254,68
	Pós	1187,30 ± 245,05*	1067,73 ± 132,59	2902,88 ± 487,24
MFI (N)	Pré	1093,58 ± 233,05	986,86 ± 179,82	2252,88 ± 411,81
	Pós	1004,67 ± 255,64*	862,09 ± 196,94	2271,25 ± 664,12
MFI vs. PFI (%)	Pré	86,30 ± 2,98	86,28 ± 4,47	76,38 ± 3,41
	Pós	84,07 ± 6,19	80,10 ± 12,38	77,01 ± 10,78
PFI pós vs. PFI pré (%)		93,93 ± 6,20	94,30 ± 9,64	99,37 ± 11,91
MFI pós vs. MFI pré (%)		91,60 ± 9,47	87,94 ± 16,99	101,15 ± 22,43

dp: desvio padrão; PB90: supino 90°; RP90: remo pronado isométrico a 90°; S160: agachamento isométrico a 160°; PFI: pico máximo da força isométrica; MFI: valor médio da força isométrica  
 $p \leq 0,05$ ; \* $p \leq 0,001$

**Tabela 6 - Valores relativos ao peso corporal de PFI (PFIR) e MFI (MFIR) das provas isométricas**

		PB90 (média ± dp)	RP90 (média ± dp)	S160 (média ± dp)
		PFIR (N.kg <sup>-1</sup> )	Pré	14,79 ± 2,10
	Pós	13,94 ± 2,38*	12,67 ± 2,35	34,18 ± 6,18
MFIR (N.kg <sup>-1</sup> )	Pré	12,80 ± 2,06	11,55 ± 1,54	26,62 ± 5,93
	Pós	11,79 ± 2,49*	10,29 ± 2,88	26,23 ± 5,32

dp: desvio padrão; PB90: supino 90°; RP90: remo pronado isométrico a 90°; S160: agachamento isométrico a 160°; PFI: pico máximo da força isométrica; MFI: valor médio da força isométrica  
 $p \leq 0,05$ ; \* $p \leq 0,001$

**Tabela 7 - Variáveis dependentes da relação força-tempo no exercício de supino isométrico pré e pós-combate. Tempo transcorrido até alcançar o pico máximo de FI (TPFI), categoria de desenvolvimento de força<sup>51</sup> (RFD) e impulso mecânico (IM)**

		média ± dp	categoria
TPFI PB90 (s)	Pré	3,83 ± 1,42	2 - 6
	Pós	4,77 ± 2,22	2 - 9
RFD PB90 (N.s <sup>-1</sup> )	Pré	100,24 ± 14,36	82 - 132
	Pós	75,66 ± 38,29	2 - 115
IM PB90 (N.s)	Pré	4674,63 ± 4257,65	240 - 9713
	Pós	6286,50 ± 3821,93	484 - 9587

dp: desvio padrão  
 $p \leq 0,05$

**Tabela 8 - Variáveis dependentes da relação força-tempo no exercício de remo isométrico pré e pós-combate TPFI, RFD e IM**

		média ± dp	categoria
TPFI RP90 (s)	Pré	3,70 ± 2,88	0,5 - 8
	Pós	4,22 ± 1,97	1 - 7
RFD RP90 (N.s <sup>-1</sup> )	Pré	59,98 ± 52,57	(-18) - 126
	Pós	66,99 ± 41,70	1 - 119
IM RP90 (N.s)	Pré	7359,00 ± 3181,56	1097 - 9636
	Pós	7362,88 ± 2635,99	1912 - 9640

dp: desvio padrão; TPFI: pico máximo de força isométrica; RFD: categoria de desenvolvimento de força<sup>51</sup>; IM: impulso mecânico  
 $p \leq 0,05$

**Tabela 9 - Variáveis dependentes da relação força-tempo no exercício de agachamento isométrico pré e pós-combate TPFi, RFD e IM**

		média ± dp	categoria
TPFI S160 (s)	Pré	6,82 ± 2,58	3 - 10
	Pós	5,85 ± 1,95	3 - 10
RFD S160 (N.s <sup>-1</sup> )	Pré	259,36 ± 54,93	185 - 340
	Pós	198,17 ± 120,96	(-24) - 348
IM S160 (N·s)	Pré	5006,13 ± 2286,96	2126 - 8455
	Pós	3939,13 ± 2788,52	364 - 9187

dp: desvio padrão; TPFi: pico máximo de força isométrica; RFD: categoria de desenvolvimento de força<sup>21</sup>; IM: impulso mecânico  $p \leq 0,05$

para registrar em uma planilha a longitude da corrente empregada para manter a angulação proposta para cada exercício isométrico. Esta angulação foi avaliada mediante o goniômetro manual Jamar.

Finalizada a familiarização, efetuou-se um aquecimento específico que durava 22min.

#### Fases do teste de avaliação física

Transcorridos 10min após a finalização do aquecimento, iniciou-se a avaliação pré-teste. Cada uma das provas foi realizada de maneira alternativa. O material, procedimento e ordem desenvolvidos, foram os seguintes:

##### a. Força isométrica manual



**Figura 3 - Célula de carga unida ao dinamômetro lombar Takei T.K.K. 5102 para a realização do squat isométrico 160°**

**Figura 4a - Teste de força máxima isométrica em remo pronado (RP90°)**



*Material:* Utilizou-se o Dinamômetro Takei, modelo 1875, com categoria compreendida entre 7kg e 99,5kg e incrementos de 0,5kg. *Procedimento:* cada sujeito aplicou a maior força possível durante 5s. O braço que executa a prova estava preso ao tronco e o cotovelo estendido. A prova se realizou uma vez, alternativamente com a mão direita (DD) e esquerda (DE).

##### b. Salto com contra-movimento (CMJ)

*Material:* Utilizou-se uma plataforma de contato Ergojump® conectada ao dispositivo MuscleLab 4000. O tratamento dos sinais se realizou com o software MuscleLab V7.18.

c. Força máxima isométrica nos exercícios de remo em banco 90°, supino 90° e agachamento isométrico 160°.

*Material:* para os exercícios isométricos de membros superiores, se utilizou um banco e dois cavaletes reguláveis em altura; uma barra olímpica estática (que exerceu a função de fixação), à qual se lhe tinha colocado uma carga insuperável pelos judocas de nosso estudo. Mediante um mosquetão que passava por um dos orifícios de uma célula de carga MuscleLab System, conectada a um dispositivo MuscleLab 4000, se fixou esta à barra estática (Figura 1). Pelo orifício livre da célula de carga e com a ajuda de um mosquetão se fazia passar uma corrente de 1,5m que se enganchava a cada extremo da barra de aplicação de força (Figura 2).



**Figura 5 - Teste de força máxima isométrica em agachamento (S160°)**

**Figura 4b - Teste de força máxima isométrica em supino (PB90°)**



**Tabela 10 - Correlações significativas entre %FC<sub>máx</sub> e parâmetros mecânicos**

		PFI Pós vs PFI Pré PB90 (%)	DTFI Pós S160
% FC <sub>máx</sub>	r de Pearson	-0,689	0,719*
	Sig. (bilateral)	0,059	0,045
PFI Pós vs. PFI Pré PB90 (%)	r de Pearson		-0,668
	Sig. (bilateral)		0,070

PFI: pico máximo da força isométrica; PB90: supino 90°; S160: agachamento isométrico a 160°  
 $p \leq 0,05$ ; \* $p \leq 0,001$

**Tabela 11 - Correlação (Rho de Spearman) entre %FC<sub>máx</sub> e índice de mudança (%) em remo**

		PFI Pós vs PFI Pré RP90 (%)
% FC <sub>máx</sub>	Coefficiente de correlação	-0,786*
	Sig. (bilateral)	0,021
PFI Pós vs PFI Pré PB90 (%)	Coefficiente de correlação	0,786*
	Sig. (bilateral)	0,021

PFI: pico máximo da força isométrica; PB90: supino 90°; RP90: remo pronado isométrico a 90°  
 $p \leq 0,05$ ; \* $p \leq 0,001$

**Tabela 12 - Correlação entre [LA] pós-combate e parâmetros mecânicos**

		TPFI Pós S160 (s)	IM Pós S160 (N·s)	IM Pós vs Pré S160 (%)
[LA] Pós (mmol.L <sup>-1</sup> )	r de Pearson	0,780*	0,728*	0,934*
	Sig. (bilateral)	0,022	0,040	0,001
TPFI Pós S160 (s)	r de Pearson		0,386	0,614
	Sig. (bilateral)		0,345	0,105
IM Pós S160 (N·s)	r de Pearson			0,856*
	Sig. (bilateral)			0,007

[LA]: lactato sangüíneo; TPFI: pico máximo de força isométrica; IM: impulso mecânico; S160: agachamento isométrico a 160°  
 $p \leq 0,05$ ; \* $p \leq 0,001$

Para o agachamento isométrico 160° se empregou a dinamometria isométrica segundo a proposta de Hornillos<sup>49</sup>. A única diferença foi encontrada na união do extremo inferior da célula de carga a um dinamômetro lombar Takei T.K.K. 5102 (Figura 3). Obteve-se a curva força-tempo (F-t) que representava a força de tração em unidade de tempo que exerciam os sujeitos sobre o captador de transdutores extensiométricos (célula de carga) conectada ao dispositivo Muscledlab 4000. *Procedimento*: os sujeitos geravam uma contração máxima voluntária durante 10s (Figuras 4 e 5). O procedimento das provas foi descrito em um trabalho anterior<sup>3</sup>.

#### d. Medição de lactacidemia

*Material*: Foi utilizado o analisador de lactato portátil Lactate Escoteiro, o qual emprega tiras reativas e um sistema de biosensor enzimático-amperométrico como elemento de medição. A categoria de medição vai desde 0,5 mmol.L<sup>-1</sup> até 25,0mmol.L<sup>-1</sup>. Realizaram-se diferentes estudos comparativos, encontrando-se correlações acima de 0,95 nos níveis mais freqüentes de análise de ácido láctico. O tempo que precisa para dar o resultado é de apenas 15s. *Procedimento*: 3min depois da finalização das provas mecânicas, se extraía uma amostra de 0,5µL (microlitro) de sangue com a picada de uma lanceta no lóbulo da orelha (Figura 6). O sangue extraído era

colocado na tira reativa que se introduzia no analisador para obter a medição da concentração de ácido láctico em sangue.

e. *Medição da freqüência cardíaca (FC) durante o combate*

*Material*: a FC durante o enfrentamento foi registrada em intervalos de 5s com um monitor de batimento cardíaco Polar S625X. O monitor cardíaco foi fixado no cinto do judoca para evitar possíveis roçaduras e impactos. *Procedimento*: os observadores que acompanhavam os judocas eram os encarregados de iniciar o pulsômetro durante o combate e pará-lo, guardando os arquivos para serem analisados posteriormente com o software Polar Precision Performance.

Uma vez finalizado o combate, e após 1min de recuperação, se realizava um novo registro de lactacidemia. A seguir, se procedia à repetição da avaliação de força na ordem descrita.

Finalmente, transcorridos sete dias, foi efetuada a medição da FC máxima (FC<sub>máx</sub>) com objetivo de expressar os valores da FC em percentagem da máxima. Os judocas realizaram uma prova incremental e máxima: a "course navette" adaptada por Thomas *et al.*<sup>50</sup>.

O processo de coleta de dados foi esquematizado na Figura 7.

**Figura 6 -** Extração da amostra de sangue do lóbulo da orelha para a análise de lactato


### Tratamento estatístico

O tratamento estatístico se realizou mediante o pacote estatístico SPSS 14.0 para Windows. No estudo descritivo dos resultados, contemplou-se média, desvio padrão e categorias (máximo e mínimo). A normalidade de cada uma das variáveis analisadas se realizou mediante a prova de Shapiro-Wilk. A comparação de médias foi realizada utilizando o Teste "t" de Student para amostras relacionadas se as variáveis apresentassem uma distribuição normal. Caso contrário, empregou-se a prova das categorias de Wilcoxon. A associação entre pares de variáveis se estabeleceu mediante o coeficiente de correlação de Pearson, no caso em que ambas variáveis cumprissem os requisitos de normalidade, ou o coeficiente de correlação Rho de Spearman, no caso que este requisito não se cumprisse. A significação estatística se estabeleceu em  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

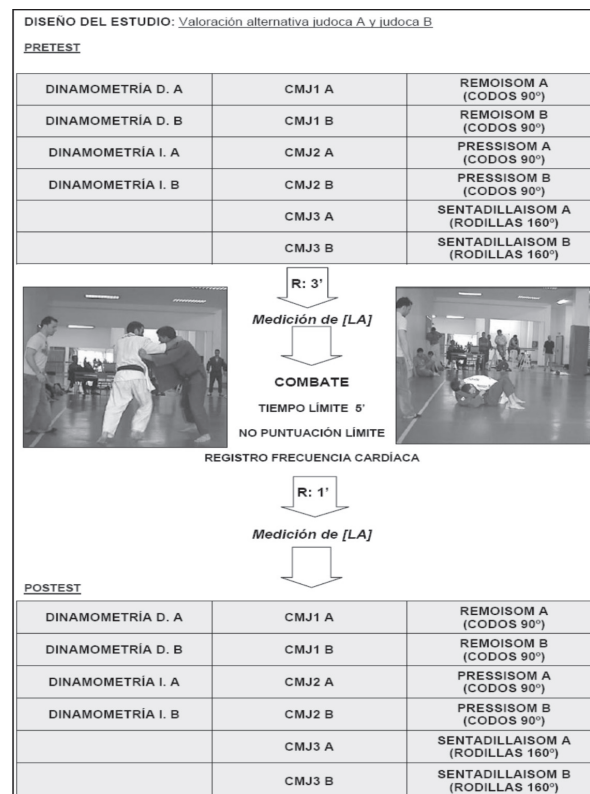
### Parâmetros metabólicos

Os resultados obtidos durante a avaliação dos parâmetros metabólicos se apresentam na Tabela 2. A diferença de lactacidemia entre os valores pré e pós-combate foi estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ) (Figura 8).

### Parâmetros mecânicos

Os valores obtidos pelos judocas de nosso estudo nos testes pré-combate e pós-combate, em relação ao salto vertical com contra-movimento (CMJ), estão expostos na Tabela 3.

Na Tabela 4 se apresentam os valores absolutos e relativos da prova isométrica de dinamometria manual.

**Figura 7 -** Esquema do processo de coleta de dados.


Nas Tabelas 5 e 6 são detalhados os valores médios absolutos e relativos ao peso corporal dos testes isométricos. Nas Tabelas 7, 8 e 9 foram recolhidos os parâmetros que estão definidos pela relação entre a força e o tempo: tempo em alcançar o pico de força isométrica (TPFI); categoria de desenvolvimento de força (RFD<sup>51</sup>); e a quantidade de força realizada pelos judocas (IM) nos exercícios isométricos de PB90°, RP90° e S160°.

Atendendo à categoria de RFD, se pode observar como o mínimo é  $-18N.s^{-1}$  em remo pré-combate e  $-24N.s^{-1}$  em agachamento pós-combate, o que indica que se produz um declínio na curva, situação que pode ser devida a uma diminuição da tensão muscular por parte do judoca durante a execução (Figura 9).

### Correlações entre os parâmetros metabólicos e mecânicos

Devido ao elevado número de duplas possíveis, se destacaram apenas aquelas que alcançaram significação estatística, nas Tabelas 10, 11 e 12.

## DISCUSSÃO

### Parâmetros metabólicos e mecânicos

A discussão das modificações induzidas pelo enfrentamento já foi abordada em um trabalho anterior

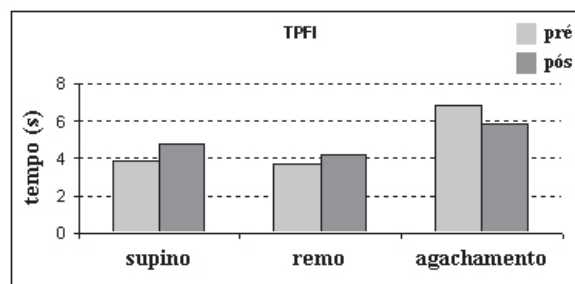
(Carralreira & Iglesias<sup>3</sup>), por isso este capítulo abordará a associação entre variáveis metabólicas e mecânicas. Não obstante, vale destacar que a fadiga provocada pelo enfrentamento afetou a força isométrica dos membros superiores, mas, por outro lado, não se observou uma diminuição do rendimento nos membros inferiores.

### Associação entre parâmetros metabólicos e mecânicos

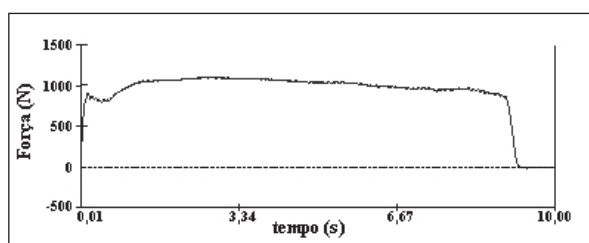
A FC em valores percentuais da máxima (%FC<sub>máx</sub>) só correlacionou-se de forma significativa com uma maior perda de rendimento percentual do PFI pós-teste com relação ao pré-teste, no exercício de remo isométrico, além de uma maior variabilidade na manifestação de força (DTFI) durante o exercício de agachamento pós-teste. A falta de significação com o restante dos parâmetros mecânicos analisados concorda com o assinalado por Iglesias *et al.*<sup>6</sup>, que afirmam que aspectos da fadiga específica do judoca vinculados a processos isométricos locais não são refletidos na sua totalidade por um parâmetro central, como o batimento cardíaco. Não obstante a diferença achada no presente estudo, os autores mencionados<sup>6</sup> encontraram associação entre %FC<sub>máx</sub> e a dinamometria manual direita. É preciso levar em conta que a FC é um parâmetro altamente influenciável por fatores motivacionais, térmicos, neuromusculares, etc.<sup>22,52</sup> Por isso, sua relação como indicador da intensidade do exercício perde fiabilidade, especialmente em esforços intensos como o judô<sup>6,16,19</sup>.

Quanto à associação entre lactacidemia e rendimento mecânico, esta só foi significativa no exercício de agachamento. Neste caso, foi encontrada correlação positiva e significativa entre [LA] pós-combate e TPFI. A partir dos dados obtidos poderia se deduzir que os sujeitos que tinham valores mais elevados de [LA] pós-combate foram os judocas que elevaram seus TPFI, diminuindo os valores de TPFI em outros casos, já que a média de TPFI pós-combate ( $5,85 \pm 1,95s$ ) em agachamento foi menor que a pré-combate ( $6,82 \pm 2,58s$ ) (Figura 10). Por outro lado, existe a possibilidade de que esta associação seja explicada porque a maioria dos sujeitos desceu seu TPFI, e aqueles que menor variação sofreram, obtiveram maior [LA]. Isto parece indicar que a [LA] freou a diminuição de TPFI em alguns sujeitos, ou que este metabolismo afetou o rendimento no TPFI a partir de certos níveis. Além disso, a [LA] pós-combate se correlacionou positiva e significativamente com um parâmetro que vincula a resistência à força, como é o (IM) pós-combate e seu índice de mudança (pós-teste/pré-teste). É difícil determinar até que ponto [LA] pós-combate afetou o IM, já que este parâmetro, representado pela área acumulada

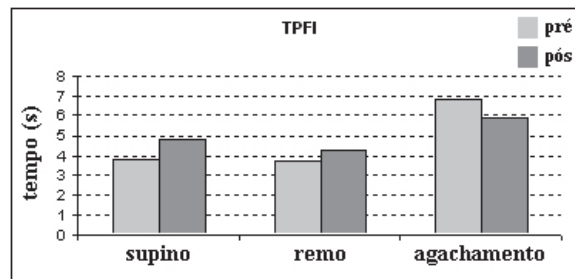
**Figura 8 - Gráfico comparativo dos valores de lactacidemia antes e depois do combate**



**Figura 9 - Curva F-t de remo isométrico 90°. O sujeito realizou uma diminuição na produção de tensão, que se reflete no início da curva (declínio). No final, não foi capaz de manter a contração até os 10s**



**Figura 10 - Gráfico comparativo do TPFI (s) nos três exercícios isométricos**



abaixo da curva força-tempo, mostrou perfis diversos que evidenciavam diferentes modos de aplicação de força. Por isso, futuros trabalhos deverão contemplar o que já foi assinalado por Wilson & Murphy<sup>48</sup> quanto à relevância da familiarização quando se avalia o trabalho isométrico.

Além disso, é importante o ajuste dos ângulos articulares de medição de força isométrica àquelas posições articulares mais favoráveis, com o objetivo de minimizar erros na medição. Neste sentido, alguns autores<sup>53</sup> encontraram maior produção por parte dos extensores do joelho em angulações de 105°, frente às obtidas em 155°. Neste estudo se empregou uma angulação de 160°, o que pode ser a causa da obtenção de um perfil tão diverso na hora de analisar as curvas de produção de força isométrica no agachamento. Tudo o que foi exposto anteriormente terá que ser levado em conta no planejamento de futuros trabalhos.



No estudo dos efeitos agudos do esforço em uma especialidade esportiva, no momento de realizar a análise das associações entre diferentes variáveis, reflete-se de uma maneira mais fidedigna o que se sucedeu se forem levados em conta os índices de mudança entre os momentos da avaliação, do que se esta análise fosse feita com os valores absolutos de ditas variáveis. Neste estudo, a [LA] não se associou com índices de mudança, nem no grupo superior e nem no grupo inferior. Com relação a isto, vários autores<sup>21,27,54</sup> assumiram que a associação entre insuficiência de oxigênio e acumulação de ácido láctico está relacionada com a perturbação da contração muscular e o ulterior declínio do rendimento esportivo. Por outro lado, Brooks<sup>55</sup> indica que o ácido láctico não é o responsável pelo aumento de acidez muscular. Nesta linha, Robergs *et al.*<sup>56</sup> realizam uma revisão na qual sustentam que não há nenhum estudo bioquímico que demonstre que a produção de lactato cause a acidose, inclusive afirmam que se o músculo não produzisse lactato, a acidose e a fadiga ocorreriam mais rapidamente, prejudicando o rendimento no exercício. Não obstante, a medição da concentração de ácido láctico é um indicador de ocorrência da glicólise, e, neste sentido, mesmo que este metabólito não seja o responsável direto pela fadiga, o que parece claro é que quando este aparece, o ácido láctico está presente.

Em conjunto, não se encontrou uma associação clara entre indicadores de estresse metabólico e mudanças de rendimento mecânico induzidos pelo enfrentamento, inclusive o rendimento em CMJ melhora, mesmo que de modo não-significativo, depois da realização de um combate de judô. Esta elevação na capacidade de salto não surpreende, já que se refletiu em outros trabalhos<sup>4,6</sup> com uma situação de medição similar. Isso nos remete à coexistência entre aumento de potência e fadiga, sugerida por vários autores<sup>57,58,59,60</sup>, que propõem que, depois da realização de contrações musculares máximas, existe um período de tempo no qual a fadiga e a elevação de potência convivem, até que a fadiga se dissipe antes que a potência decaia, produzindo-se uma melhora temporária na capacidade contrátil. A este fenômeno denominou-se potência pós-ativação (PAP). Neste sentido, em duas teses de doutorado que analisam a evolução da força muscular em sucessivos combates de judô, tanto nos membros inferiores<sup>1</sup> quanto nos membros superiores<sup>2</sup>, obtiveram-se valores de potência muscular maiores após combate em relação com os valores pré-combate.

Os dados contribuídos neste trabalho mostram um declínio maior do rendimento isométrico nos membros superiores, comparado com o rendimento dos membros inferiores, que, inclusive, melhora, mesmo que sem alcançar significação estatística. Nesta linha, Hamada *et al.*<sup>59</sup> encontraram diferentes níveis de aumento de potência

entre grupamentos superiores e inferiores, dependendo do tipo de musculatura envolvida no treinamento. Portanto, parece que, nos judocas deste estudo, a fadiga prevaleceu no grupamento superior, enquanto a solicitação mais pontual do grupamento inferior no enfrentamento parece permitir que os mecanismos de potenciação aplaquem os efeitos da fadiga.

## RECONHECIMENTOS

O material empregado no presente trabalho foi financiado pela Secretária Geral de Pesquisa do Conselho de Indústria da Junta de Galícia, assim como pela Fundação de Esporte Galego da Direção Geral de Esporte da Junta de Galícia. Agradecemos a colaboração da Federação Galega de Judô e seus esportistas.

## REFERÊNCIAS

1. Bonitch J. Evolución de la fuerza muscular relacionada con la producción y aclaramiento de lactato en sucesivos combates de judo [tese]. Granada: Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte; 2006.
2. Bonitch J. Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de judo [tese]. Granada: Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte; 2007.
3. Carballeira E, Iglesias E. Efectos agudos del enfrentamiento en judo: análisis multiparamétrico. Motricidad. Eur J Human Movement. 2007;19:117-44.
4. Kraemer WJ, Fry AC, Rubin MR, Triplett-Mcbride T, Gordon S, Perry Koziris L, *et al.* Physiological and performance responses to tournament wrestling. Med Sci Sports Exerc. 2001;33(8):1367-78.
5. Kraemer WJ, Vescovi JD, Dixon P. The physiological basis of wrestling: implications for conditioning programs. J Strength Cond Res. 2004;26(2):10-5.
6. Iglesias E, Clavel I, Dopico J, Tuimil JL. Efecto agudo del esfuerzo específico de judo sobre diferentes manifestaciones de la fuerza y su relación con la frecuencia cardiaca alcanzada durante el enfrentamiento. Rendimiento Deportivo.com [serial na internet]. 2004 dez 25 [citado em 2008 abr 13]; (6): [cerca de 16 telas]. Disponível em: <http://www.rendimientodeportivo.com/N006/Artic027.htm>.
7. Arruzo J, Alzate R, Valencia J. Esfuerzo percibido y frecuencia cardiaca: el control de la intensidad de los esfuerzos en el entrenamiento de judo. Rev Psic del Deporte. 1996;9:29-40.
8. Castarlenas JL, Planas A. Estudio de la estructura temporal del combate de Judo. Apunts: Educación Física y Deportes. 1997;47:32-9.
9. Clavel I, Iglesias E, Dopico J. Propuesta metodológica para el estudio y análisis de la estructura temporal del enfrentamiento en judo. Actas del I Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte. In: Fuentes J, Macías M (coord.); 2000; Cáceres: Universidad de Extremadura; 2000. p. 29-33.
10. Gorostiaga EM. Coste energético del combate de judo. Apunts: Educación Física y Deportes. 1988;25:135-8.
11. García RH, Luque GT. Análisis temporal del combate de judo en competición. Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte [serial na Internet]. 2007 mar [citado em 2007 jul]; (25): [cerca de 11 telas]. disponível em: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista25/artjudo46.htm>.
12. Lehmann G. La resistenza negli sport de combattimento. Riv Cult Sport. 1997;38:19-25.
13. Sikorski W, Mickiewicz G, Majle B, Laksa C. Structure of the contest and work capacity of the judoist. Proceedings of the international congress on Judo; Spala: European Judo Union; 1987. p. 58-65.

14. Sterkowicz S, Maslej P. An evaluation of modern tendencies in solving judo fight. *JudoInfo* [serial na internet]. 1998 [citado em 2004 mai 29]. Disponível em: <http://www.judoinfo.com/judomenu.html>
15. Borkowski L, Faff J, Starczewska-Czapowska J. Evaluation of the aerobic and anaerobic fitness in judoists from the Polish national team. *Biol Sport*. 2001;18(2):107-17.
16. Callister R, Callister RJ, Staron RS, Fleck SJ, Tesch P, Dudley GA. Physiological characteristics of elite judo athletes. *Int J Sports Med*. 1991;2:196-203.
17. González M, Rubio S. Valores ergoespirométricos en deportistas españoles de élite. *Rev Invest Cienc Educ Física y Deporte*. 1990;14:9-51.
18. Little NG. Physical performance attributes of junior and senior women, juvenile, junior and senior men judokas. *J Sports Med Physl Fitness*. 1991;4:510-20.
19. Sanchis C, Suay F, Salvador A, Llorca J, Moro M. Una experiencia en la valoración fisiológica de la competición en Judo. *Apunts: Educación Física y Deportes*. 1991;18:51-8.
20. Thomas SG, Cox M, Le Gal Y, Verde T, Smith H. Physiological profiles of the Canadian National Judo Team. *Can J Sport Sci*. 1989;13:142-7.
21. Ahmaidi S, Calmet S, Portero P, Lantz D, Vat W, Libert J. Bioénergétique et échanges cardiorespiratoires lors de deux situations de combat en judo et en kendo. *STAPS*. 1997;44:7-16.
22. Heinisch HD. L'analisi dell'allenamento e della gara nel judo. *Riv Cult Sport*. 1997;37:53-62.
23. Houvenaeghel M, Bizarrri C, Giallurachis D, Demelas JM. Mesure continue de la fréquence cardiaque en entrainement spécifique de judo. *Sci Sports*. 2005;20:27-32.
24. Bonitch J, Ramirez J, Femia P, Feriche B, Padiol P. Validating the relation between heart rate and perceived exertion in a judo competition. *Med Sport*. 2005;58:23-8.
25. Cottin F, Durbin F, Papelier Y. Heart rate variability during cicloergometric exercise or judo wrestling eliciting the same heart rate level. *Eur J Physiol*. 2004;91:177-84.
26. Degoutte F, Jouanel P, Filaire E. Energy demands during a judo match and recovery. *Brit J Sport Med*. 2003;37:245-9.
27. Franchini E, Takito MY, Lima JRP, Haddad S, Kiss MAPDM, Regazzini M, et al. Características fisiológicas em testes laboratoriais a resposta da concentração de lactato sanguíneo em 3 lutas em judocas das classes juvenil-A, júnior e sênior. *Rev Paul Educ Fis*. 1998;12(1):5-16.
28. Iglesias E, Dopico J, Fernández Del Olmo M, Tuimil López JL. Conceptualización del entrenamiento de la fuerza en judo: caracterización y propuesta metodológica. *RED*. 2002;16(1):28-34.
29. Thomas PH, Goubault C, Beau C. Judokas. évolution de la lactatémie au cours de randoris sucessifs. *Med Sport*. 1990;5:234-6.
30. Carratalá V, Carratalá E. La fuerza. Su aplicación al Judo. In: Recursos de actuaciones metodológicas para la enseñanza, el entrenamiento, la gestión y organización de la actividad física y del deporte. 1998. Ponencias del curso de verano del INEF de Castilla y León. Valladolid; 1997. Edita Junta de Castilla León:79-101.
31. Takahashi R. Power training for judo: plyometric training with medicine balls. *J Strength Cond Res*. 1992;66-71.
32. Ammann J, Cotton A. Strength and conditioning for judo. *J Strength Cond Res*. 2005;27(2):26-31.
33. Menéndez García C, Benito Peinado PJ, García Zapico A. Evaluación y valoración de las capacidades físicas en Judo. *RED*. 2005;12(1):21-8.
34. Moysi JS. El entrenamiento de la fuerza muscular en el judo. *RED*. 2003;17(3):29-34.
35. Blais L, Trilles F. The progress achieved by judokas after strength training with a judo-specific machine. *J Sci Med Sport*. 2006:132-5.
36. Leplanquais F, Cotinaud M, Lacoutre P, Trilles F, Mayeur H. Proposition pour une musculation spécifique: exemple du judo. *Cinesiologie*. 1994;160:80-6.
37. Villani R. Elaborazione di un test specifico per la valutazione del tempo ejecutivo nelle tecniche di proiezione del judo [tese]. Rome: IUSM; 1999.
38. Villani R. Specific test to estimate the performance time of judo throwing techniques. 6º Annual Congreso de the ECSS. Cologne; 2001.
39. Borges OA. Estudo sobre a eficacia do "Kumi-Kata" em lutes de judô [dissertação]. São Paulo: Universidade de Sao Paulo; 1989.
40. Claessens A, Beunen G, Wellens R, Geldof D. Somatotype and body structure of world top judoists. *J Sport Med*. 1986;27:105-13.
41. Farnosi I. Body-composition, somatotype and some motor performance of judoists. *J Sport Med*. 1980;1(20):431-4.
42. Franchini E, Takito MY, Matheus L, Brito Vieira DE, Kiss MAPDM. Composição corporal, somatotipo e força isométrica em atletas da seleção brasileira universitária de judo. *Ámbito Medicina Esportiva*. 1997;34:21-9.
43. Mansilla M, Villa J, García J, López C. Comparación de diferentes manifestaciones de fuerza y flexibilidad entre luchadores de lucha leonesa y judokas. I Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte. Universidad de Extremadura; Cáceres. 2000 mar. Disponível em: [www.unex.es/eweb/cienciadeporte/congreso/00%20cac/RD/ED/11fuerza.pdf](http://www.unex.es/eweb/cienciadeporte/congreso/00%20cac/RD/ED/11fuerza.pdf).
44. Palmer D. Effects of a resistance exercise program on time to fatigue at 80% isometric grip strength maximal voluntary contraction in elite judoka. *World Judo Research Symposium, IJF*; Cairo. 2005 set.
45. Taylor AW, Brassard L. A physiological profile of the canadian judo team. *J Sport Med*. 1981;1(21):160-4.
46. Tsuyama K, Yamamoto Y, Fujimoto H, Adachi T, Nakazato K, Nakajima H. Comparison of the isometric cervical extension strength and cross-sectional area of neck extensor muscles in collage wrestlers and judo athletes. *Eur J Appl Physiol*. 2001;84:487-91.
47. McGuigan MR, Winchester JB, Ericsson T. The importance of isometric maximum strength in college wrestlers. *J Sports Sci Med*. 2006;5(CSS1):108-13.
48. Wilson GJ, Murphy AJ. The use of isometric test of muscular function in athletic assessment. *Sports Med*. 1996;22:19-37.
49. Hornillos I. Fuerza máxima y explosiva en la carrera rápida. Estudio con atletas gallegos infantiles y cadetes [tese]. Universidade da Coruña: A Coruña; 2000.
50. Thomas PH, Goubault C, Beau C, Brandet JP. Test d'évaluation au judo, dérivé du test de Léger-Mercier. *Med Sport*. 1989;6:286-8.
51. González Badillo JJ, Ribas J. Bases de la Programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona: Inde; 2002.
52. Iglesias X, Rodríguez FA. Caracterización de la frecuencia cardíaca y la lactacidemia en esgrimistas durante la competición. *Apunts Med*. 1995;32:21-32.
53. Place N, Maffioletti NA, Ballay Y, Lepers R. Twitch potentiation is greater after fatiguing submaximal isometric contraction performed at short vs. long quadriceps muscle length. *J Appl Physiol*. 2005;98:429-36.
54. Franchini E, Takito MY, Nakamura FY, Matsushigue KA, Kiss MAPDM. Effects of recovery type after a judo combat on blood lactate removal and on performance in an intermittent anaerobic task. *J Sports Med Phys Fitness*. 2003;43(4):424-31.
55. Brooks GA. Lactate doesn't necessarily cause fatigue: why are we surprised?. *J Physiol*. 2001;536(1):1.
56. Robergs RA, Ghiasvand F, Parker D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2004;287:502-16.
57. Rassier DE, Macintosh BR. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Braz J Med Biol Res*. 2000;33(5):499-508.
58. Chiu LZ, Fry AC, Weiss LW, Schilling BK, Brown LE, Smith SL. Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *J Strength Cond Res*. 2003;17(4):671-7.
59. Hamada T, Sale DG, MacDougall D. Postactivation potentiation in endurance-trained male athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(3):403-11.
60. Sale DG. Postactivation potentiation: Role in human performance. *Exerc Sport Sci Rev*. 2002;30:138-43.

Recebido: 03/04/2008 – Aceito: 29/05/2008