

# Quantificação energética de um protocolo de Kendo e a contribuição das vias metabólicas

Sancassani, A.<sup>1</sup>; Simionato, A. R.<sup>2</sup>; Siqueira, L. O. C.<sup>2,3</sup>; Yoriyasu, A. M.<sup>4</sup>; Pessoa Filho, D.M.<sup>2</sup>

1 – Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos – UNIFEB/Barretos, São Paulo, Brasil

2 - Instituto de Biociências, PPG-DEHUTE – Unesp/Rio Claro, São Paulo, Brasil

3- Centro Universitário UNIFAFIBE/Bebedouro, São Paulo, Brasil

4- Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Unesp/Bauru, São Paulo, Brasil

## Resumo

O Kendo como atividade física possui uma exigência metabólica para ser realizado. Tal exigência metabólica já foi superficialmente apresentada na literatura, no entanto a quantificação de cada metabolismo envolvido na prática nunca foi relatada. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi quantificar a demanda energética total na prática de um protocolo de Kendo, simulando um treino, assim como delimitar a fração de cada metabolismo envolvido na prática (aeróbio e anaeróbio). A amostra foi constituída de 10 praticantes homens (29,0 ± 7,6 anos, 82,0 ± 14,2 kg, 174,4 ± 7,5 cm, 27,1 ± 5,5 % gordura corporal) com pelo menos 3 anos de experiência, submetidos à avaliação da composição corporal por absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA) e desempenho do protocolo experimental de Kendo, com 11 técnicas de aquecimento e 31 *waza*. Durante o protocolo, a troca gasosa foi medida utilizando o espirômetro portátil K4b<sup>2</sup> (COSMED<sup>®</sup>). Com base nos dados de  $\dot{V}O_2$  e  $\dot{V}CO_2$ , a demanda energética foi calculada usando ( $\dot{E} = 3,941 \cdot \dot{V}O_2 + 1,106 \cdot \dot{V}CO_2$ ). Todos os dados foram apresentados por média e desvio padrão. A demanda aeróbia e anaeróbia para a realização do aquecimento foi 76,2 ± 13,2 kcal (89,1 ± 7,3%) e 9,2 ± 6,8 kcal (10,8 ± 7,3%), respectivamente, enquanto que para a fase de *waza* foi 142,3 ± 26,5 kcal (75,9 ± 8,6%) e 44,8 ± 15,7 kcal (24,1 ± 8,6%), respectivamente. Conclui-se que a prática do Kendo exige uma alta demanda energética, principalmente da via aeróbia, sendo similar à outras modalidades de lutas.

## Abstract

Kendo as a physical activity has a metabolic requirement to be fulfilled. Such metabolic requirement has already been superficially presented in the literature; however the quantification of each metabolism involved in the practice has never been reported. Thus, the aim of this study was to quantify the total energy demand

in the practice of a Kendo protocol, simulating training, as well as to delimit the fraction of each metabolism involved in the practice (aerobic and anaerobic). The sample consisted of 10 male practitioners (29.0 ± 7.6 years, 82.0 ± 14.2 kg, 174.4 ± 7.5 cm, 27.1 ± 5.5% body fat) with at least 3 years of experience, submitted to the evaluation of body composition by dual energy X-ray absorptiometry (DXA) and performance of the experimental Kendo protocol, with 11 warm-up techniques and 31 *waza*. During the protocol, gas exchange was measured using the K4b<sup>2</sup> portable spirometer (COSMED<sup>®</sup>). Based on the data of  $\dot{V}O_2$  and  $\dot{V}CO_2$ , the energy demand was calculated using ( $\dot{E} = 3.941 \cdot \dot{V}O_2 + 1.106 \cdot \dot{V}CO_2$ ). All data were presented by mean and standard deviation. The aerobic and anaerobic demand for warm-up was 76.2 ± 13.2 kcal (89.1 ± 7.3%) and 9.2 ± 6.8 kcal (10.8 ± 7.3%), respectively, whereas for the *waza* phase it was 142.3 ± 26.5 kcal (75.9 ± 8.6%) and 44.8 ± 15.7 kcal (24.1 ± 8.6%), respectively. It is concluded that the practice of Kendo requires a high energy demand, mainly of the aerobic pathway, being similar to other modalities of fights.

## Introdução

O Kendo, arte marcial nipônica, cuja atividade física requer uma combinação de movimentos de membros inferiores e superiores, em diferentes planos de ação e com alta intensidade de aplicação dos golpes. Esse cenário se assemelha ao reportado por Beneke *et al.* (2004) na prática de *kumite* (luta) no Karate, de acordo com os autores sendo uma prática que demanda curtas rajadas de movimentos vigorosos seguidos por curtas interrupções de atividade. De acordo como esses autores, os sistemas alático e aeróbio são altamente ativados para suprir a demanda energética durante as fases de ataque e de pausa, respectivamente. Assim, o volume de oxigênio ( $VO_2$ ) mantém-se em níveis mais elevados, enquanto que a razão da troca respiratória (RER) sobe acima de valores de 1,15. Dessa forma, tal aumento no RER pode ser

atribuído à lavagem de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) para reduzir pressão de CO<sub>2</sub> (PetCO<sub>2</sub>) durante a fase de recuperação da atividade. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi quantificar a demanda energética total na prática de um protocolo de Kendo, simulando um treino, assim como delimitar a fração de cada metabolismo envolvido na prática (aeróbio e anaeróbio).

## Método

A amostra foi composta por 10 voluntários homens (29,0 ± 7,6 anos, 82,0 ± 14,2 kg, 174,4 ± 7,5 cm, 27,1 ± 5,5 % gordura corporal), praticantes de kendo por pelo menos três anos e tendo graduação entre 1º e 2º Dan. Todos os participantes receberam instrução verbal e escrita sobre o delineamento experimental, de acordo com a declaração de Helsinki para estudos em humanos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local da Faculdade de Ciências da UNESP (processo 016375 FC/UNESP). Os participantes visitaram o laboratório duas vezes em dias consecutivos, sendo o primeiro dia para análise de composição corporal seguido de execução do protocolo experimental, após 24 horas de intervalo o participante executou novamente o mesmo protocolo. Durante o protocolo de Kendo os sujeitos utilizaram para medição respiração-a-respiração a unidade portátil CPET (K4b<sup>2</sup>, Cosmed®), para estimar o gasto energético durante a prática.

## Composição corporal

Massa corporal total e regional (braços e pernas do lado direito e esquerdo e tronco) (MC), a porcentagem de massa gorda (%MG) e massa corporal livre de gordura total e regional (MLG) foram medidas por escaneamento corporal, utilizando a absorciometria de duplo feixe de raio-x (DXA, modelo QDR Discovery Wi, Hologic, Waltham, USA), e APEX® (Hologic, Waltham, USA) software de composição corporal. O equipamento foi calibrado de acordo com as recomendações do fabricante e todos os procedimentos foram realizados por um técnico experiente.

## Protocolo experimental

Todos os participantes realizaram o protocolo aplicado no estudo de Sancassani e Pessôa Filho (2014). O protocolo é dividido em aquecimento e *waza* (técnicas), sendo realizadas 11 técnicas no

aquecimento e 31 na fase de *waza*. Durante todo o protocolo os participantes utilizaram as vestimentas tradicionais ao treino (*keiko-gi*, *hakama* e *bogu*).

## Medidas metabólicas

Os participantes respiram através de uma máscara facial por um medidor de fluxo de baixa resistência (turbina bi-direcional, 28mm) e os gases pulmonares foram continuamente amostrados através de uma linha capilar para analisadores de resposta a gás (K4b<sup>2</sup>, Cosmed®, Roma, Itália). A ventilação pulmonar ( $\dot{V}E$ ), a captação de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ), a produção de dióxido de carbono ( $\dot{V}CO_2$ ), a pressão final de O<sub>2</sub> (P<sub>ET</sub>O<sub>2</sub>) e a pressão final de CO<sub>2</sub> (P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>) foram obtidas respiração por respiração. Os sensores do sistema e o volume foram calibrados antes de cada teste, seguindo os procedimentos do Cosmed® Software (versão 10.1). Frequência cardíaca (FC) foi registrada a cada 5 segundos utilizando telemetria de curto alcance (Polar RS 400sd, Kempele, Finlândia).

Durante o protocolo de aquecimento e *waza*, a resposta respiratória  $\dot{V}O_2$  foi alinhada ao tempo para cada execução do protocolo de kendo e cada curva de resposta foi analisada quanto à exclusão do ruído (eventos não característicos da resposta  $\dot{V}O_2$ ) (Ozyener *et al.*, 2001; Whipp & Rossiter, 2005). Todos os participantes foram instruídos a evitar o "*kiai*" (grito) durante a prática para evitar distúrbios na amostra de gás exalado, uma vez que é uma fonte adicional de ruído. Depois disso, os dados de  $\dot{V}O_2$  foram interpolados para fornecer valores a cada segundo t, então, eles foram pesados para obter uma única resposta (Honda, 2008). No entanto, a análise das respostas  $\dot{V}E$ , RER,  $\dot{V}CO_2$ , P<sub>ET</sub>O<sub>2</sub> e P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> durante os protocolos seguiram os mesmos procedimentos adotados para  $\dot{V}O_2$  após a eliminação da linha de dados correspondente a  $\dot{V}O_2$  excluída como ruído.

## Cálculo da demanda energética

O gasto de energia aeróbia ( $\dot{E}$ ) foi estimado em quilocalorias (kcal) usando a equação 1 (Weir, 1949) para cada minuto do conjunto de dados  $\dot{V}O_2$  e  $\dot{V}CO_2$ , interpolados segundo a segundo durante os protocolos de aquecimento e *waza*. A equação de Weir para estimar  $\dot{E}$  (kcal · min<sup>-1</sup>) foi:

$$\dot{E} = 3,941 \cdot \dot{V}O_2 + 1,106 \cdot \dot{V}CO_2 \quad (1)$$

O valor de  $\dot{E}$  obtido durante cada fase do protocolo (aquecimento e *waza*) foi dividido em gasto energético anaeróbio ( $\dot{E}_{An}$ ) e gasto energético aeróbio ( $\dot{E}_{Aer}$ ). A porcentagem de participação do metabolismo anaeróbio (%Ana) referente ao gasto total de cada fase foi calculado, assim como a porcentagem do metabolismo aeróbio (%Aer). A soma do gasto energético durante a execução de cada fase foi considerada ( $\dot{E}_{TotalAq}$ :  $\dot{E}_{Total}$  de aquecimento;  $\dot{E}_{TotalWaza}$ :  $\dot{E}_{Total}$  de *waza*; e  $\dot{E}_{TotalProt}$ :  $\dot{E}_{Total}$  dos protocolos =  $\dot{E}_{TotalAq} + \dot{E}_{TotalWaza}$ ).

A contribuição anaeróbia foi estimada assumindo que  $\dot{V}CO_2$  em excesso pode ser determinado ( $\dot{V}CO_2 - QR_{repouso} \times \dot{V}O_2$ ) para estimar a contribuição dessa via metabólica, mediante a suposição de que  $\dot{V}CO_2$  em excesso é o subproduto do mecanismo de tamponamento de lactato, uma vez que a glicólise anaeróbia aumenta a taxa de suprimento de energia (Issekutz; Rodahl, 1961; Anderson; Rhodes, 1989)

### Análise estatística

Todos os dados foram expressos em média (Mean) e desvio padrão (SD). Para tais análises o programa SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, USA) foi utilizado.

### Resultados e Discussão

A tabela 1 mostra os valores obtidos em kcal para os metabolismos aeróbio e anaeróbio, assim como suas porcentagens de participação na execução do protocolo.

Tabela 1: Gasto energético médio na execução do protocolo experimental e a porcentagem de cada metabolismo

	$\dot{E}_{An}$ (kcal)	$\dot{E}_{Aer}$ (kcal)	$\dot{E}_{Total}$ (kcal)	% Ana	% Aer
Aquecimento	9.2 ± (6.8)	76.2 ± (13.2)	85.4 ± (12.5)	10.8 ± (7.3)	89.1 ± (7.3)
<i>Waza</i>	44.8 ± (15.7)	142.3 ± (26.5)	187.0 ± (25.1)	24.1 ± (8.6)	75.9 ± (8.6)

Este estudo analisou a demanda energética durante o Kendo e quantificou que esta demanda é predominantemente aeróbia, tanto no aquecimento (89,1 ± 7,3%) quanto no *waza* (75,9 ± 8,6%). Os resultados demonstraram que a organização da prática do Kendo inclui técnicas com demanda progressiva oxidativa. Essas observações

corroboraram investigações em outras artes marciais, como Taekwondo, Karate e Muay thai, que sugeriram requerimentos de energia semelhantes e indicando o predomínio da demanda oxidativa durante suas práticas (Campos *et al.*, 2012; Crisafulli *et al.*, 2009; Beneke *et al.*, 2004). De acordo com Campos *et al.* (2012) e Beneke *et al.* (2004), a demanda metabólica nas artes marciais (aeróbia e anaeróbia), relaciona-se ao aumento da intensidade especificamente pela utilização de ações intermitente, destacando a ativação do metabolismo alático como principal fonte de suplementação anaeróbia e os efeitos oxidativos compensatórios associados ao mecanismo, ativando o metabolismo aeróbio durante o descanso entre os períodos de exercício.

Em simulações de luta em Taekwondo, Campos *et al.* (2012) relataram uma participação energética equivalente a 66,6% do gasto energético total. Em Karate, Beneke *et al.* (2004) e Doria *et al.* (2009) descreveram a participação aeróbica entre 70% a 80% do gasto energético total. Tais achados corroboram a alta participação do metabolismo aeróbio na prática de artes marciais, assim como no Kendo. Com relação ao gasto total da atividade, nosso estudo se equipara ao apresentado por Mynarski *et al.* (2013), onde a prática de um treino das seguintes artes marciais, Aikido (274,3 ± 53,1 kcal), Capoeira (233,8 ± 24,2 kcal), Jiu-jitsu (195,1 ± 33,1 kcal), Karate (277,2 ± 34,4 kcal), Karate Kyokushin (333,3 ± 55,0 kcal), Kickboxing (273,2 ± 42,2 kcal) e MMA (272,8 ± 53,9 kcal), promovem um gasto energético similar ao do Kendo (272,4 ± 29,6 kcal).

### Conclusões

Os resultados sugerem que o Kendo é um exercício classificado como pesado em relação à ativação e controle do metabolismo oxidativo, além de que a prática do Kendo exige uma alta demanda energética similar a outras modalidades de luta.

### Referências

- Anderson GS, Rhodes EC. A review of blood lactate and ventilatory methods of detecting transition thresholds. *Sports Med* 1989; 8(1): 43-55
- Beneke R, Beyer T, Jachner C et al. Energetics of Karate kumite. *Eur J Appl Physiol* 2004; 92: 518-523

- Bussweiler J, Hartmann U. Energetics of basic Karate kata. *Eur J Appl Physiol* 2012; 112: 3991-3996
- Honda S. A study on the development and contributions that Kendo coaching has made to the internationalization and development of Kendo. *Arch Budo* 2008; 4: 40-45
- Issekutz Jr B, Rodahl K. Respiratory quotient during exercise. *J Appl Physiol* 1961; 16: 606-610
- Mynarski W., Królikowska B., Rozpara M. et al.: The calorific cost of combat sports and martial arts training in relation to health recommendations – initial research. *Arch Budo*, 2013; 2: 127–133
- Ozyener F, Rossiter HB, Ward SA et al. Influence of exercise intensity on the on – and off-transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans. *J Physiol* 2001; 533: 891-902
- Sancassani A, Pessôa Filho DM. Exercise domain profile through pulmonary gas exchange response during Kendo practice by men. *Arch Budo* 2014; 10: 47-55
- Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 1949; 109: 1-9
- Whipp BJ, Rossiter HB. The kinetics of oxygen uptake: physiological inferences from the parameters. In: Jones AM, Poole DC, editors. *Oxygen uptake kinetics in sports, exercise and medicine*. Abingdon: Routledge; 2005: 62-94
- World Medical Association. Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *B World Health Organ* 2001; 79: 373-374

### Nota dos autores

Andrei Sancassani é professor do Departamento de Educação Física do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos.

Dalton Müller Pessôa Filho é professor do Departamento de Biociências no programa de pós-graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, e professor da Faculdade de Ciências no programa de Educação Física da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru.

Leandro Oliveira da Cruz Siqueira é professor de Educação Física do Centro Universitário UNIFAFIBE e aluno de doutorado no programa de pós-graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro.

Astor Reis Simionato é aluno de mestrado no programa de pós-graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro.

Alessandra Midori Yoriyasu é aluna de graduação de Educação Física da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru.

#### Contato

Andrei Sancassani

E-mail: andreisanca@hotmail.com