

# RESPOSTA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE SESSÃO DE TREINAMENTO DE KARATÊ



## HEART RATE RESPONSE DURING A KARATE TRAINING SESSION

Vinicius Flavio Milanez<sup>1</sup>

José Luiz Dantas<sup>1</sup>

Diego Giulliano Destro Christofaro<sup>2</sup>

Rômulo Araújo Fernandes<sup>3</sup>

1. Universidade Estadual de Londrina – UEL, Centro de Educação Física e Esportes – Grupo de Estudo das Adaptações Fisiológicas ao Treinamento (GEAFIT).

2. Universidade Estadual de Londrina – UEL, Centro de Saúde Coletiva.

3. Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Rio Claro. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Motricidade.

### Correspondência:

Rua Minas Gerais, 99, ap. 704, Edifício Maria Del Carmem, Centro – 86020-060 – Londrina, PR, Brasil  
E-mail: iniciunesp@hotmail.com

## RESUMO

A prática do karatê pode promover adaptações benéficas sobre os componentes da aptidão física relacionada com a saúde. Dentre esses componentes, o consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2max}$ ) é um importante indicador de aptidão cardiorrespiratória, como também forte preditor de risco de morte por doença cardiovascular. Estudos anteriores avaliaram as respostas da Frequência Cardíaca na modalidade de karatê durante protocolos elaborados pelos pesquisadores que simularam o treinamento. No entanto, esses resultados devem ser interpretados com cautela, uma vez que protocolos podem comprometer a validade ecológica do comportamento da FC. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi, através do monitoramento da FC, investigar a distribuição da intensidade durante uma sessão de treinamento de karatê (ST) com a validade ecológica preservada. Nove atletas (M (DP) = 22 (5,2) anos; 60,3 (12,9) kg; 170,0 (0,10) cm; 11,6 (5,7) % gordura) realizaram teste incremental máximo ( $T_I$ ) e uma ST, com monitoramento contínuo da FC, distribuída posteriormente conforme método proposto por Edwards. O tempo médio de duração da ST foi de 91,3 (11,9) minutos (IC95% = 82,0 – 100,5). Os valores de FC média e máxima da ST foram equivalentes a 72% (IC95% = 66-78%) e 94% (IC95% = 89-99%) da FC máxima alcançada durante  $T_I$  ( $FC_{max}$ ), respectivamente. Durante 79,9% (IC95% = 65,7-94,1%) do tempo total da ST, os karatecas permaneceram em uma intensidade superior a 60% da  $FC_{max}$ . Deste modo, conclui-se que a intensidade da ST de karatê atende às recomendações do ACSM com relação à intensidade, duração e frequência semanal, apresentando-se como uma interessante alternativa de exercícios físicos para promoção da aptidão cardiorrespiratória.

**Palavras-chave:** consumo de oxigênio, artes marciais, frequência cardíaca, saúde, condicionamento físico.

## ABSTRACT

Karate practice can promote beneficial adaptations on the health-related components of physical fitness. Among the components, the maximum oxygen uptake ( $\dot{V}O_{2max}$ ) is an important indicator of cardiorespiratory fitness, as it is also a strong and independent predictor of the risk of death from cardiovascular disease and all other causes. Previous studies have evaluated the heart rate (HR) responses in the karate modality during protocols elaborated by researchers who simulated training. However, the results should be carefully interpreted, since elaborated protocols can compromise the ecological validity of the HR behavior. Thus, the aim of the study was to monitor the HR to investigate the distribution of intensity during a karate training session (TS) with ecological validity preserved. Nine athletes (M (SD) = 22 (5.2) years; 60.3 (12.9) weight; 170.0 (0.10) height; 11.6 (5.7) % fat) performed a maximal incremental test (IT) and one TS with continuous HR monitoring, subsequently distributed by Edward's method. The mean TS duration was 91.3 (11.9) min (IC95% = 82.0 – 100.5). The values of average and maximum HR of the TS were equivalent to 72 % (IC95% = 66 – 78 %) and 94 % (IC95% = 89 – 99 %) respectively, of maximum HR reached in the incremental test (HRmax). During 79.9 % (IC95% = 65.7 – 94.1 %) of the total time of TS the athletes remained at intensity above 60% of HRmax. Thus, it was concluded that the TS lies within the ACSM recommendations concerning intensity, duration and weekly frequency, presenting itself as an interesting alternative of exercise to promote cardiorespiratory fitness.

**Keywords:** oxygen consumption, martial arts, heart rate, health, physical fitness.

## INTRODUÇÃO

O karatê é uma das mais populares artes marciais praticadas no mundo<sup>1</sup>. A modalidade envolve diversos grupos musculares, com movimentos complexos de rápidas acelerações e desacelerações<sup>2</sup>. As técnicas de curta duração de ataque e defesa caracterizam-se por execuções com máxima intensidade, interrompidas por pequenos intervalos<sup>3</sup> e tornam a modalidade comparável a um exercício intermitente<sup>4</sup>.

A prática do karatê, assim como ocorre em outras modalidades de artes marciais, promove adaptações benéficas sobre os componentes da

aptidão física relacionada com a saúde<sup>5,6</sup>. Dentre esses componentes, o consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2max}$ ) é um importante indicador de aptidão cardiorrespiratória, como também forte e independente preditor de risco de morte por doença cardiovascular e por todas as causas<sup>7,8</sup>.

Um pequeno aumento do  $\dot{V}O_{2max}$  na ordem de 1 MET (3,5ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) é associado a uma diminuição de 13% e 15% no risco de morte por todas as causas e de doenças cardíacas, respectivamente<sup>8</sup>. Portanto, a prática de exercícios físicos nas suas mais diferentes formas contribui para a migração do indivíduo da condição de sedentário para

fisicamente ativo, podendo promover adaptações satisfatórias na aptidão cardiorrespiratória<sup>5,9,10</sup> e consequente redução no risco de morte.

Para esse fim, o *American College of Sports Medicine*<sup>11</sup> normalmente recomenda atividades contínuas, tais como corrida, ciclismo e natação, em uma zona de intensidade entre 60 a 90% da frequência cardíaca máxima ( $FC_{max}$ ) por um período de tempo entre 20 e 60 minutos, com uma frequência semanal entre três e cinco vezes. Porém, algumas atividades intermitentes como artes marciais não são mencionadas nas recomendações.

Um dos métodos amplamente utilizado na determinação da intensidade de sessões de treinamento é o monitoramento da frequência cardíaca ( $FC$ )<sup>12</sup> devido à sua relação com o consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ). A partir desse método é possível avaliar valores médios, máximos de  $FC$  ou analisar por zonas de  $FC$  a distribuição da intensidade do treinamento.

Estudos anteriores avaliaram as respostas da  $FC$  na modalidade de karatê durante protocolos elaborados pelos pesquisadores que simularam o treinamento<sup>13-15</sup>. No entanto, esses resultados devem ser interpretados com cautela, uma vez que protocolos podem comprometer a validade ecológica do comportamento da  $FC$ . Consequentemente, são limitadas as informações sobre a resposta da  $FC$  durante uma sessão de treinamento da modalidade de karatê.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi investigar a distribuição da intensidade durante uma sessão de treinamento de karatê com a validade ecológica preservada por meio do monitoramento da  $FC$ . Hipotizamos que a intensidade de uma sessão convencional de karatê difira das situações acima citadas e atenda às recomendações do ACMS<sup>11</sup> para desenvolvimento de aptidão cardiorrespiratória (60 a 90% da  $FC_{max}$ ).

## MÉTODOS

### Sujeitos

A amostra foi constituída por nove karatecas de ambos os sexos (M (DP) = 22 (5,2) anos; 60,3 (12,9) kg; 170,0 (0,10) cm; 11,6 (5,7) % gordura), sendo cinco homens (24,0 ± 6,4 anos; 64,4 ± 15,6kg; 169,2 ± 9,4cm; 8,6 ± 5,5% gordura) e quatro mulheres (19,5 ± 2,1 anos; 55,1 ± 7,7kg; 162,5 ± 3,5cm; 15,2 ± 3,6% gordura), que treinavam regularmente, no mínimo, cinco vezes por semana a pelo menos dois anos. Todos os sujeitos foram informados acerca dos procedimentos a serem realizados, dos riscos e benefícios associados e, na sequência, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Local, em acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, sob o protocolo número 192/07.

### Delineamento experimental

Inicialmente, os atletas realizaram um protocolo composto por avaliação da frequência cardíaca durante um período de repouso ( $FC_{rep}$ ) com duração de cinco minutos e um teste incremental máximo ( $T_{Imax}$ ) em esteira (Super ATL, Inbrasport, Brasil) para determinação do limiar ventilatório (LV), ponto de compensação respiratória (PCR),  $FC_{max}$  e  $\dot{V}O_{2max}$ . Posteriormente a um intervalo mínimo de 48 horas, realizaram uma sessão de treinamento, na qual a  $FC$  foi monitorada continuamente para posterior análise da distribuição da intensidade. Todos os sujeitos foram familiarizados com os procedimentos, equipamentos e instruídos a não realizarem esforços intensos ou ingerirem bebidas alcoólicas nas 24 horas precedentes aos testes, bem como não consumirem alimentos e bebidas cafeinadas nas três horas precedentes aos testes.

$T_{Imax}$  para a determinação do LV, PCR,  $FC_{max}$  e  $\dot{V}O_{2max}$

As velocidades iniciais foram de 6 e 8km.h<sup>-1</sup> para mulheres e homens, respectivamente. A inclinação foi fixada em 1% e os incrementos de 1 km.h<sup>-1</sup> foram realizados a cada três minutos até a exaustão voluntária. Durante todo o teste progressivo a  $FC$  foi registrada por meio de um cardiofrequencímetro Polar® (S810i, Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia), assim como as trocas gasosas pulmonares foram registradas a cada 20 segundos por meio do analisador de gases VO2000 (Med-Graphics, EUA). A calibração foi realizada anteriormente a cada teste a partir de uma amostra de gás ambiente e de concentrações gasosas conhecidas de O<sub>2</sub> (16%) e CO<sub>2</sub> (5%). O fluxo de gases para o aparelho também foi calibrado por meio de uma seringa de três litros. A  $FC_{max}$  foi considerada como a média do registro da  $FC$  dos últimos 30 segundos do teste progressivo. Critérios sugeridos na literatura foram utilizados para determinação do valor de  $\dot{V}O_{2max}$ <sup>16</sup>, do LV e do PCR<sup>17</sup>.

### Sessão de treinamento (ST) convencional de karatê

Durante a ST, os atletas realizaram um aquecimento breve e alongamentos, ambos não padronizados e com duração de aproximadamente 20 minutos. Após o aquecimento, a sessão de treinamento foi separada em pequenos turnos com duração de dois minutos em que eram realizadas técnicas básicas, combinadas e combinadas contra o oponente. Pequenos intervalos com duração entre 30 e 60 segundos eram realizados entre os turnos para mudanças de técnicas, de oponente ou para descanso, conforme a rotina diária de treinamento dos atletas. Não houve interferência por parte dos pesquisadores no cronograma e treinamento adotados pela comissão técnica.

O relógio do cardiofrequencímetro foi posicionado estrategicamente nas costas do atleta, fixado junto à fita transmissora dentro do kimono para proteger o aparelho e preservar a integridade física dos atletas. A média dos valores registrados durante toda a ST foi definida como frequência cardíaca média ( $FC_{STmed}$ ), enquanto o maior valor registrado durante a ST foi definido como frequência cardíaca máxima da sessão ( $FC_{STmax}$ ).

### Distribuição da intensidade de treinamento

A distribuição da intensidade de treinamento foi realizada através do método proposto por Edwards<sup>18</sup>, que consiste na divisão das zonas relativas à  $FC_{max}$  (Zona 1: 50 a 59% da  $FC_{max}$ ; Zona 2: 60 a 69% da  $FC_{max}$ ; Zona 3: 70 a 79% da  $FC_{max}$ ; Zona 4: 80 a 89% da  $FC_{max}$ ; Zona 5: 90 a 100% da  $FC_{max}$ ).

### ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para análise da distribuição dos dados. Variáveis que apresentaram normalidade foram expressas em valores de média (M) e desvio padrão (DP), e caso não atendesse o pressuposto de normalidade, em mediana, primeiro e terceiro quartis. Para as comparações entre os sexos foi utilizado o teste *t* de Student para amostras independentes. Para as comparações entre as formas de distribuição do tempo da ST, utilizou-se a análise de variância de medidas repetidas e, em caso de significância constatada, o *post hoc* de Bonferroni, quando as variáveis envolvidas na comparação respeitassem os pressupostos paramétricos. Quando violados estes pressupostos, a análise de variância de Friedman e o teste de Wilcoxon como *post hoc* foram utilizados. O nível de significância adotado para todas as análises foi de 5%. Os dados foram tratados utilizando-se o programa SPSS para Windows, versão 17.0.

### RESULTADOS

As características fisiológicas dos karatecas em valores médios (M) e desvio padrão (DP) são apresentados na tabela 1. O  $\dot{V}O_{2max}$  médio do grupo (n = 9; M (DP) = 47,1 (7,4) ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>; IC95% = 41,4-52,8) foi

considerado alto para ambos os gêneros em relação ao padrão populacional<sup>7</sup> e com diferença estatisticamente significativa entre os atletas masculinos e femininos (tabela 1). Ainda na tabela 1 estão presentes os valores de  $FC_{rep}$ ,  $FC_{max}$ , frequência cardíaca no limiar ventilatório ( $FC_{LV}$ ) e frequência cardíaca no ponto de compensação respiratória ( $FC_{PCR}$ ), sem diferenças estatísticas entre os gêneros.

Também não houve diferenças estatísticas entre os atletas masculinos e femininos para os valores de  $FC_{STmed}$  e  $FC_{STmax}$  obtidas durante a sessão de treinamento (tabela 2). Os valores de  $FC_{STmed}$  e  $FC_{STmax}$  alcançaram intensidades equivalentes a 72% (IC95% = 66-78%) e 94% (IC95% = 89-99%) da  $FC_{max}$ , respectivamente.

**Tabela 1.** Características fisiológicas de ambos os sexos apresentados em valores médios e desvio padrão ( $\pm$ ).

	Homens (n = 5)	Mulheres (n = 4)
$FC_{rep}$ (bpm)	62 (7)	69 (11)
$FC_{max}$ (bpm)	198 (6)	194 (6)
$FC_{LV}$ (bpm)	169 (7)	158 (8)
$FC_{PCR}$ (bpm)	180 (8)	174 (6)
$VO_{2max}$ (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	51,3 (6,0)	41,9 (5,5)*

( $FC_{rep}$ ) Frequência cardíaca de repouso; ( $FC_{max}$ ) Frequência cardíaca máxima do teste incremental; ( $FC_{LV}$ ) Frequência cardíaca no limiar ventilatório; ( $FC_{PCR}$ ) Frequência cardíaca no ponto de compensação respiratória.  
\* Diferença em relação aos voluntários homens (P < 0,05).

**Tabela 2.** Respostas individuais da frequência cardíaca durante a ST (n = 9).

Sujeitos (n)	$FC_{STmed}$ (Bpm)	$FC_{STmax}$ (Bpm)	$FC_{STmed}$ (Bpm)	$FC_{STmax}$ (Bpm)
	Homens		Mulheres	
S1	138	182	-----	-----
S2	152	198	123	167
S3	126	168	146	183
S4	154	189	140	196
S5	127	187	162	195
Média e DP	139 $\pm$ 13	185 $\pm$ 11	143 $\pm$ 16	185 $\pm$ 14

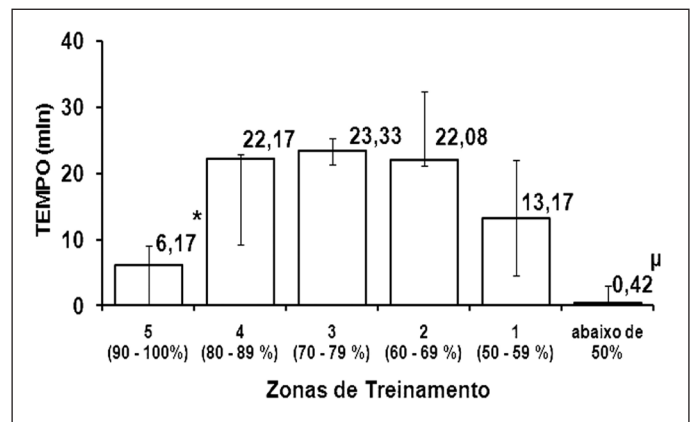
( $FC_{STmed}$ ) Frequência cardíaca média durante a sessão de treinamento; ( $FC_{STmax}$ ) frequência cardíaca máxima durante a sessão de treinamento.

O tempo total médio da sessão de treinamento foi de 91,3 (11,9) minutos (IC95% = 82,0-100,5). A partir da análise da distribuição da intensidade (figura 1) foi possível constatar que o tempo de permanência na zona 5 (90% a 100%), bem como na intensidade abaixo de 50%  $FC_{max}$  foi estatisticamente menor em relação às demais zonas. A maior parte do treinamento foi realizada dentro da faixa de 60% a 89% da  $FC_{max}$ , o que corresponde às zonas 2, 3 e 4 do método utilizado<sup>8</sup> (figura 1).

Na figura 2 é possível observar que, dos 91,3 minutos (tempo total de duração da ST), os karatecas permaneceram 72,5 minutos em uma intensidade  $\geq$  60% da  $FC_{max}$ , conforme recomendação do ACSM<sup>11</sup> para ocorrer adaptações satisfatórias na aptidão cardiorrespiratória. Esse tempo é equivalente a 79,9% (IC95% = 65,7-94,1%) do tempo total da ST.

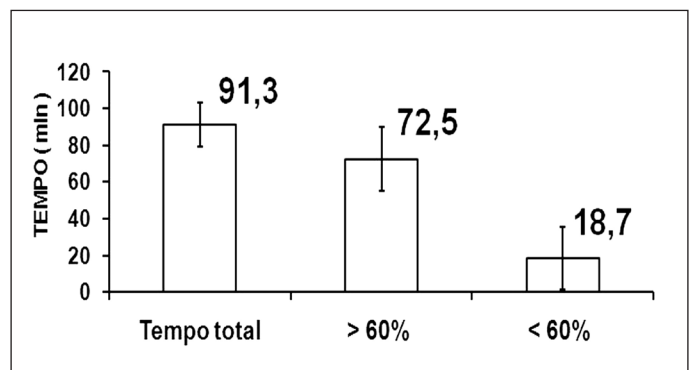
O tempo de permanência na intensidade abaixo de 50% da  $FC_{max}$  foi mínimo. A partir das respostas individuais da FC de dois voluntários (figura 3), fica evidenciada a característica intermitente de moderada a alta intensidade durante a sessão de treinamento.

As médias de  $FC_{LV}$  e  $FC_{PCR}$  do grupo (n = 8) foram equivalentes, respectivamente, a 83% (IC95% = 80-85%) e 90% (IC95% = 87-92%) da  $FC_{Tmax}$ . Embora a maior parte do treinamento ocorra entre a intensidade de 60% a 90% da  $FC_{Tmax}$ , durante a ST os karatecas permaneceram predominantemente na intensidade abaixo da  $FC_{LV}$  (M = 80,4%; IC95% = 65,5-95,3%) e entre  $FC_{LV}$  e  $FC_{PCR}$  (M = 15,4 %; IC95% = 4,7-26,2%). Os dados de LV e PCR de um dos voluntários foram perdidos devido a problemas técnicos na obtenção do  $\dot{V}O_2$  durante  $T_1$ .

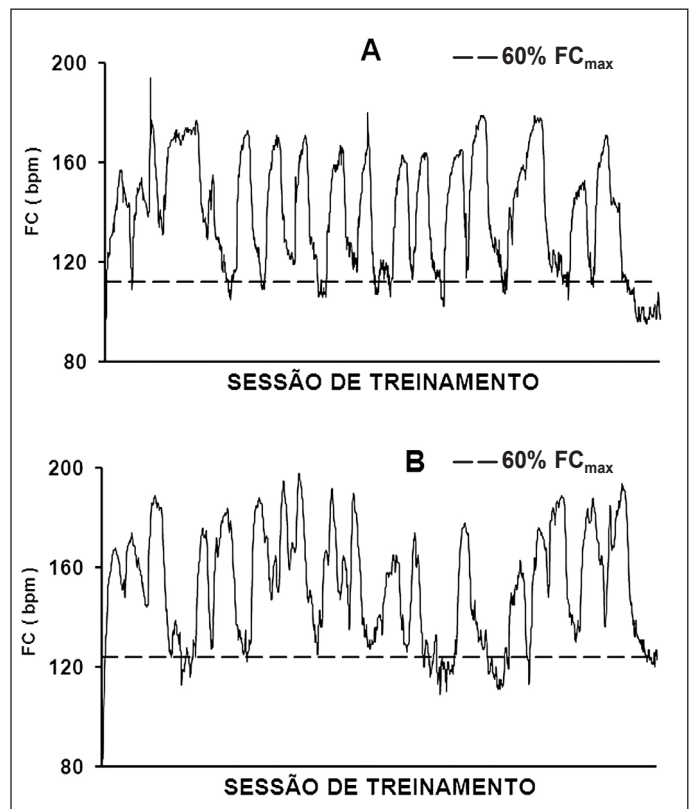


**Figura 1.** Distribuição das intensidades de treinamento conforme método proposto por Edwards (1993) expressas em mediana (coluna), primeiro (barra de erro superior) e terceiro quartil (barra de erro inferior).

\* Diferença significativa em relação às zonas 4, 3 e 2 (P < 0,05);  
 $\mu$  Diferença significativa em relação às zonas 4, 3, 2 e 1 (P < 0,05).



**Figura 2.** Tempo total da ST e tempo de permanência acima (> 60%) e abaixo (< 60%) de 60% da  $FC_{Tmax}$ .



**Figura 3.** Dados individuais de FC durante uma sessão de karatê: A) voluntário do sexo masculino; B) voluntário do sexo feminino.

## DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi, através do monitoramento da FC, investigar a distribuição da intensidade durante uma sessão de treinamento de karatê com a validade ecológica preservada, na tentativa de caracterizar a modalidade como uma atividade alternativa para promoção da aptidão cardiorrespiratória. No Brasil, uma revisão dos principais periódicos nacionais<sup>19</sup> apurou que, no período de 1998 a 2008, foram publicados apenas seis estudos relacionados à modalidade de karatê. Na literatura internacional, até o presente momento, grande parte dos estudos que avaliaram a resposta da FC relacionados com a modalidade de karatê direcionou suas investigações a katas<sup>2</sup>, a protocolos predeterminados pelos pesquisadores que simularam o treinamento<sup>1,13,15</sup> e apresentaram valores de  $FC_{STmed}$  e  $FC_{STmax}$  inferiores aos do nosso estudo. Os protocolos usados naqueles estudos comprometem a validade ecológica, uma vez que o tempo de duração, ações e grupamentos musculares envolvidos têm limitações frente ao que acontece em uma sessão convencional. Além disso, a resposta da  $FC_{STmed}$  é considerada um método limitado para avaliar exercícios de alta intensidade com características estocásticas<sup>20-22</sup>. Por isso, no presente estudo, diferentemente dos anteriores, analisamos também a distribuição da intensidade do esforço realizado por katecas durante uma ST, sem intervenção dos pesquisadores no cronograma de treinamento adotado pela comissão técnica, mantendo íntegra a validade ecológica.

Os resultados obtidos durante a ST indicam que a modalidade contempla os requisitos de duração e intensidade do ACSM<sup>11</sup> para promoção de aptidão cardiorrespiratória. Dos 91,3 minutos (duração total da ST), 72,5 minutos os atletas permaneceram a uma intensidade  $\geq 60\%$  da  $FC_{max}$ , conforme demonstrado na figura 2, equivalente a 79,9% do tempo total da ST. Portanto, a maior parte do treinamento foi realizada dentro da faixa de 60% a 90% da  $FC_{max}$ , o que corresponde às zonas 2, 3 e 4 do método utilizado<sup>18</sup>, enquanto que, na intensidade abaixo 60% da  $FC_{max}$ , a permanência foi muito pequena e abaixo de 50%;  $FC_{max}$  foi mínima (42 seg.) (figuras 1 e 2).

Além disso, é possível afirmar que o karatê caracteriza-se como uma modalidade intermitente de moderada a alta intensidades, conforme ilustrado na figura 3 (A e B), corroborando com estudos prévios<sup>3,4</sup> e com outras modalidades de artes marciais<sup>23-25</sup>. Estímulos de treinamento provenientes de modalidades com características intermitentes são eficientes para promover o aumento significativo no  $\dot{V}O_{2max}$  de crianças pré-púberes<sup>26</sup>, adultos jovens e de meia idade<sup>27</sup>, idosos<sup>28</sup>, de ambos os sexos<sup>27</sup>, independente do nível de treinamento, pois as respostas nos

índices cardiorrespiratórios abrangem desde sedentários até atletas<sup>27,29</sup>.

O grupo analisado neste estudo apresentou valores de  $\dot{V}O_{2max}$  superiores aos valores normativos<sup>5,7,24</sup> e semelhantes a estudos prévios de karatê e de outras modalidades de combate similares. Esses resultados, juntamente com os resultados de estudos prévios de artes marciais<sup>5,23,24</sup>, permitem inferir que os voluntários possuem índices de aptidão cardiorrespiratória acima do aceitável para promoção de saúde e redução de risco de morte. Adicionalmente, de acordo com os intervalos de confiança apurados para os marcadores de aptidão aeróbia ( $\dot{V}O_{2max}$ , LV e PCR), é possível constatar que o grupo possui uma capacidade aeróbia homogênea, acima da média populacional<sup>7</sup> e dentro dos parâmetros recomendados pela literatura para redução de risco à saúde<sup>5,7,24</sup>. Uma capacidade aeróbia elevada contribui tanto no fornecimento quanto na ressíntese dos fosfatos de alta energia durante as atividades e nas recuperações, respectivamente<sup>30</sup>, adaptação importante para a modalidade<sup>3</sup>.

Vale destacar que o presente estudo apresenta algumas limitações importantes, tais como a falta de um acompanhamento longitudinal das sessões e o número reduzido de sujeitos analisados. Entretanto, foram monitorados nove atletas em nove diferentes sessões de treinamento que apresentaram valores de FC média de 72% da  $FC_{max}$  (IC95% = 66-78%), demonstrando, assim, semelhança das respostas de FC entre as sessões. Com relação ao número relativamente pequeno de sujeitos que compuseram a amostra, este se deve à forma pela qual os atletas são categorizados de acordo com a idade e a massa corporal, o que faz com que as equipes normalmente possuam apenas um atleta por categoria, fato que tem sido verificado frequentemente nos estudos realizados com katecas ( $n \leq 10$ )<sup>2,3,13,15</sup>. Ponderadas as limitações do presente estudo, é possível afirmar que o karatê apresenta-se como uma interessante alternativa de exercícios físicos para promoção da aptidão cardiorrespiratória.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados observados durante o presente estudo, é possível afirmar que a intensidade de uma ST da modalidade karatê com a validade ecológica preservada atende às recomendações do ACSM com relação à intensidade, duração e frequência semanal apresentando-se como uma interessante alternativa de exercícios físicos para promoção da aptidão cardiorrespiratória.

---

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

---

## REFERÊNCIAS

1. Imamura H, Yoshimura Y, Uchida K, Tanaka A, Nishimura S, Nakazawa AT. Heart rate, blood lactate responses and ratings of perceived exertion to 1,000 punches and 1,000 kicks in collegiate karate practitioners. *Appl Human Sci* 1997;16:9-13.
2. Francescato MP, Talon T, di Prampero PE. Energy cost and energy sources in karate. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1995;71:355-61.
3. Beneke R, Beyer T, Jachner C, Erasmus J, Hutler M. Energetics of karate kumite. *Eur J Appl Physiol* 2004;92:5:18-23.
4. Ravier G, Dugue B, Grappe F, Rouillon JD. Maximal accumulated oxygen deficit and blood responses of ammonia, lactate and pH after anaerobic test: A comparison between international and national elite karate athletes. *Int J Sports Med* 2006;27:810-7.
5. Douris P, Chinan A, Gomez M, Aw A, Steffens D, Weiss S. Fitness levels of middle aged martial art practitioners. *Br J Sports Med* 2004;38:143-7; discussion 147.
6. McClellan T, Anderson W. Use of martial art exercises in performance enhancement training. *NSCA J* 2002;24:21-30.
7. Duncan GE, Li SM, Zhou XH. Cardiovascular fitness among u.S. Adults: Nhanes 1999-2000 and 2001-2002. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:1324-8.
8. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: A meta-analysis. *JAMA* 2009;301:2024-35.
9. Ribeiro JL, Castro BOS, Rosa CS, Baptista RR, Oliveira OR. Heart rate and blood lactate responses to changquan and daoshu forms of modern wushu. *J Sci Med Sport* 2006;5:1-4.
10. Toskovic NN, Blessing D, Willford HN. The effect of experience and gender on cardiovascular and metabolic responses with dynamic tae kwon do exercise. *J Strength Cond Res* 2002;16:278-85.
11. ACSM. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:975-91.
12. Achten J, Jeukendrup AE. Heart rate monitoring: Applications and limitations. *Sports Med* 2003;33:517-38.
13. Imamura H, Yoshimura Y, Nishimura S, Nakazawa AT, Nishimura C, Shiota T. Oxygen uptake, heart rate, and blood lactate responses during and following karate training. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:342-7.
14. Imamura H, Yoshimura Y, Nishimura S, Nakazawa AT, Teshima K, Nishimura C, et al. Physiological responses during and following karate training in women. *J Sports Med Phys Fitness* 2002;42:431-7.
15. Imamura H, Yoshimura Y, Nishimura S, Nishimura C, Sakamoto K. Oxygen uptake, heart rate, and blood lactate responses during 1,000 punches and 1,000 kicks in female collegiate karate practitioners. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 2003;22:111-4.
16. Billat VL, Hill DW, Pinoteau J, Petit B, Koralsztein JP. Effect of protocol on determination of velocity at  $VO_{2max}$  and on its time to exhaustion. *Arch Physiol Biochem* 1996;104:313-21.
17. Lucia A, Hoyos J, Santalla A, Earnest C, Chicharro JL. Tour de france versus vuelta a espana: Which is harder? *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:872-8.
18. Edwards S. High performance training and racing, in *The heart hate monitor book*. 1993, Fleet Feet Press: Sacramento, CA. p. 113-123.
19. Correia WR, Franchini E. Produção acadêmica em lutas, artes marciais e esportes de combate. *Motriz. Revista de Educação Física*. UNESP [Online] 2010;16:1-9.
20. Borresen J, Lambert MI. Quantifying training load: A comparison of subjective and objective methods. *Int J Sports Physiol Perform* 2008;3:16-30.
21. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res* 2001;15:109-15.
22. Impellizzeri FM, Rampinini E, Coutts AJ, Sassi A, Marcora SM. Use of rpe-based training load in soccer. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:1042-7.
23. Crisafulli A, Vitelli S, Cappai I, Milia R, Tocco F, Melis F, et al. Physiological responses and energy cost during a simulation of a muay thai boxing match. *Appl Physiol Nutr Metab* 2009;34:143-50.
24. Heller J, Peric T, Dlouha R, Kohlíkova E, Melichna J, Novakova H. Physiological profiles of male and female taekwon-do (itf) black belts. *J Sports Sci* 1998;16:243-9.
25. Iide K, Imamura H, Yoshimura Y, Yamashita A, Miyahara K, Miyamoto N, et al. Physiological responses of simulated karate sparring matches in young men and boys. *J Strength Cond Res* 2008;22:839-44.
26. McManus AM, Cheng CH, Leung MP, Yung TC, Macfarlane DJ. Improving aerobic power in primary school boys: A comparison of continuous and interval training. *Int J Sports Med* 2005;26:781-6.
27. Helgerud J, Hoydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, et al. Aerobic high-intensity intervals improve  $VO_{2max}$  more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:665-71.
28. Lepretre PM, Vogel T, Brechat PH, Dufour S, Richard R, Kaltenbach G, et al. Impact of short-term aerobic interval training on maximal exercise in sedentary aged subjects. *Int J Clin Pract* 2009;63:1472-8.
29. Denadi BS, Ortiz MJ, Greco CC, de Mello MT. Interval training at 95% and 100% of the velocity at  $VO_{2max}$ : Effects on aerobic physiological indexes and running performance. *Appl Physiol Nutr Metab* 2006;31:737-43.
30. Tomlin DL, Wenger HA. The relationships between aerobic fitness, power maintenance and oxygen consumption during intense intermittent exercise. *J Sci Med Sport* 2002;5:194-203.