

RESPOSTAS AGUDAS DE FREQUÊNCIA CARDÍACA E PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO EM SESSÕES INDIVIDUALIZADAS DE TREINO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE COM E SEM EXERCÍCIOS NEUROMUSCULARES EM BOMBEIROS MILITARES

Marcio Robson Verzola^{1,4}, Tiago Turnes², Lorival José Carminatti³

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar as respostas agudas da frequência cardíaca (FC) e percepção subjetiva de esforço (PSE) em duas sessões de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI) com e sem realização de exercícios neuromusculares em bombeiros militares. Vinte e dois bombeiros (idade: $29,1 \pm 4,3$ anos; massa corporal: $75,4 \pm 9,2$ kg; estatura: $176 \pm 0,1$ cm) realizaram um teste de corrida de 2.400m para determinação da velocidade média (v_{2400}) e um teste incremental intermitente de Carminatti (TCAR) para determinação do pico de velocidade (PV). Os participantes realizaram duas sessões de TIAI, uma com e outra sem execução de exercícios neuromusculares. As sessões compreenderam 4 séries de 5 minutos de esforço a 102% da v_{2400} intercaladas com 3 min de recuperação passiva. Cada série foi composta por corrida no sistema vai-e-vem, com 6 segundos de ida, seguida de recuperação de 6 segundos e corrida de 6 segundos de volta, com recuperação de 12 segundos. Nesses 12 segundos realizou-se recuperação passiva (TIAIsem) ou exercícios neuromusculares (TIAIcom). A FC foi monitorada durante a sessão, e a PSE, ao final de cada série. A sessão TIAIcom resultou em maiores médias de FC ($93,3 \pm 2,4$ vs. $87,4 \pm 3,4\%$ FC_{máx}; $p < 0,001$) e PSE ($5,6 \pm 1,1$ vs. $3,2 \pm 0,7$ u.a.; $p < 0,001$) em comparação a TIAIsem. Em conclusão, ambas sessões resultaram em alta demanda cardiovascular, porém a inserção de exercícios neuromusculares aumentou a FC e a PSE. Portanto, os treinos compreendem um método individualizado relevante e de fácil aplicação para treinamento em Corporações desse segmento.

Palavras-chave: Periodização, prescrição, Intervalado, bombeiros, HIIT.

Afiliação

1 - Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis-SC, mrverzola@hotmail.com, currículo cadastrado na Plataforma Lattes do CNPQ, <http://lattes.cnpq.br/3259581595994707> – autor do estudo.

2 - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis-SC, tiago.turnes@ufsc.br, currículo cadastrado na Plataforma Lattes do CNPQ, <http://lattes.cnpq.br/6219866619961129> – autor e revisor do estudo.

3 - Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis-SC, lorival.carminatti@udesc.br, currículo cadastrado na Plataforma Lattes do CNPQ, <http://lattes.cnpq.br/6200632262082793> – autor e revisor do estudo.

4 – Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina - CBMSC

SHARP HEART RATE RESPONSES AND SUBJECTIVE PERCEPTION OF EFFORT IN INDIVIDUALIZED SESSIONS OF HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING WITH AND WITHOUT NEUROMUSCULAR EXERCISES IN MILITARY FIREFIGHTERS.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the acute responses of heart rate (HR) and Rating of perceived effort (RPE) in two sessions of high-intensity interval training (HIIT) with and without the performance of neuromuscular exercises in military firefighters. Twenty-two firefighters (age: 29.1 ± 4.3 years; body mass: 75.4 ± 9.2 kg; height: 176 ± 0.1 cm) underwent a 2.400m running test to determine average velocity (v_{2400}) and an incremental intermittent Carminatti test (TCAR) to determine peak velocity (PV). Participants performed two HIIT sessions, one with and one without the execution of neuromuscular exercises. The sessions comprised 4 sets of 5 minutes of effort at 102% of v_{2400} interspersed with 3 minutes of passive recovery. Each set consisted of shuttle running, with 6 seconds of forward running followed by 6 seconds of recovery and 6 seconds of backward running, with 12 seconds of recovery. During these 12 seconds, passive recovery (HIIT without neuromuscular exercises) or neuromuscular exercises (HIIT with neuromuscular exercises) were performed. HR was monitored during the session, and PSE was assessed at the end of each set. The HIIT with neuromuscular exercises session resulted in higher mean HR (93.3 ± 2.4 vs. $87.4 \pm 3.4\%$ of maximum HR; $p < 0.001$) and PSE (5.6 ± 1.1 vs. 3.2 ± 0.7 arbitrary units; $p < 0.001$) compared to HIIT without neuromuscular exercises. In conclusion, both sessions resulted in high cardiovascular demand, but the inclusion of neuromuscular exercises increased HR and PSE. Therefore, these training sessions represent a relevant and easily applicable individualized method for training in this segment of corporations.

Keywords: Periodization, prescription, Interval, Firefighters, HIIT.

Introdução

As atividades desempenhadas pelos bombeiros incluem tarefas como extinção de incêndios, salvamentos e atendimento às emergências médicas, em ambientes terrestres, aquáticos, em altura, espaços confinados, entre outros. Tais ações expõem esses profissionais a diversos fatores de riscos ocupacionais e a intensos fatores estressores físicos e psicológicos, caracterizando esta profissão como de elevado risco à saúde^{1,2,3}.

Devido à elevada demanda fisiológica e psicológica da atividade ocupacional^{4,5,6,7,8}, é fundamental que o bombeiro esteja fisicamente apto para o desempenho das atividades a fim de evitar um desgaste físico, lesões ou até mesmo óbito no trabalho^{4,8,6}. A cada ano, 80.000 bombeiros sofrem ferimentos e 100 perdem a vida nos EUA, dos quais 45% são por problemas cardíacos⁶. Portanto, a saúde e a aptidão devem ser prioridade nessa população.

Junto a isso, é preciso ressaltar que a atividade principal do bombeiro é salvar vidas, o que exige uma elevada demanda fisiológica e psicológica⁹. Nesse sentido, muitos estudos têm sido realizados com o objetivo de quantificar as exigências das atividades laborais do bombeiro, bem como as orientações de manutenção da aptidão física^{10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,6}.

O desempenho da atividade do bombeiro requer elevada demanda do sistema aeróbio e anaeróbio, força e resistência muscular, bem como uma composição corporal adequada, uma vez que a transposição de obstáculos em locais íngremes e de difícil acesso pode ser influenciada pelo conjunto de componentes, como, por exemplo, subidas de escada, carregar possíveis vítimas que tenham sido resgatadas, entre outros⁶. Portanto, é importante que o treinamento da aptidão física seja reconhecido dentro das estruturas de serviços de incêndio e resgate, com aprimoramento das capacidades aeróbias e anaeróbias^{21,22,15,23,14,16}.

Recentemente, o treinamento funcional de alta intensidade que envolve o peso corporal tem se mostrado relevante por proporcionar benefícios cardiorrespiratórios e aumentos de força em uma única sessão de treinamento²⁴. Nesse sentido, devido às altas demandas, é recomendado a inclusão de treinamento intervalado de alta intensidade como forma de melhorar a aptidão física de bombeiros²⁵; Agência Nacional de Proteção contra incêndios; Associação Internacional de bombeiros; National Fire protection Agency (NFPA); Internacional Association of Firefight (IAAF); International Association Fire Chiefs (IAFC)¹⁵.

No entanto, a falta de tempo e acesso a equipamentos, dispositivos e academias dificulta o treinamento dos bombeiros²⁶. A fim de superar estas barreiras, estratégias de treinamento tempo-eficiente vem sendo propostas, como o treinamento intervalado de alta intensidade

(TIAI)^{27,28,29}. Ainda, a adição de exercícios de corpo inteiro, calistênicos, ou, ainda, neuromusculares ao TIAI, tem sido apontado como forma de estímulos para o desenvolvimento ou manutenção da aptidão física^{27,31,26,32,24,30}, observaram que o protocolo de TIAI com exercícios neuromusculares oferecem um potencial de melhoras na função cardiorrespiratória e neuromuscular, sem a utilização de implementos ou equipamentos, o que vai ao encontro da proposta do trabalho desempenhado pelos bombeiros³⁰.

Neste sentido, foram observadas melhoras no VO₂max, velocidade aeróbia máxima e limiares de transição fisiológica após realização do TIAI com realização de exercícios neuromusculares comparado ao TIAI ou treinamento contínuo em indivíduos ativos^{27,30}. Porém, não foram avaliadas as sobrecargas fisiológicas advindas do acréscimo de exercícios de corpo inteiro. Ainda, vale ressaltar que o desempenho da atividade do bombeiro exige uma parcela considerável de exercícios neuromusculares, que não são contemplados durante o TIAI. Desta forma, a adição de exercícios calistênicos ao TIAI pode ser uma opção tempo-eficiente e atrativa para aumentar a demanda cardiovascular e neuromuscular, sem a utilização de implementos, proporcionando benefícios cardiorrespiratórios e de força muscular aos bombeiros³⁰.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi analisar as respostas agudas da frequência cardíaca (FC) e percepção subjetiva de esforço (PSE) em duas sessões de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI) com e sem a realização de exercícios neuromusculares em bombeiros militares.

Materiais e métodos

Sujeitos

Participaram do estudo 22 bombeiros (19 homens, 3 mulheres), integrantes do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, com idades entre 18 e 45 anos (idade: $29,1 \pm 4,3$ anos; massa corporal: $75,4 \pm 9,2$ kg; estatura: $176 \pm 0,1$ cm; VO₂max estimado: $48,6 \pm 4,8$ ml/kg/mim). O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade do Estado de Santa Catarina (nº 34488820.5.0000.0118). Todos os participantes assinaram o Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Delineamento experimental

Os participantes realizaram quatro sessões de exercício em dias diferentes, com o mínimo de 48h de intervalo entre elas, e num período de duas semanas. Inicialmente, os indivíduos realizaram um teste de corrida de 2.400m para determinação da velocidade média (v_{2400}). Na segunda visita, foi realizado o teste incremental de Carminatti (TCAR)^{33,34}. Nas duas últimas visitas, os participantes realizaram as duas sessões de treinamento intervalado de alta intensidade (Figura 1), em ordem contrabalanceada, sendo que uma sessão compreendeu apenas corrida a 102% da v_{2400} (TIAIsem), enquanto a outra sessão a corrida foi combinada com exercícios neuromusculares (modelo TIAIcom).

Todos os testes foram realizados no centro de ensino bombeiro militar (CEBM). O teste de corrida de 2.400m foi aplicado num circuito externo e plano previamente demarcado. As demais sessões foram realizadas em quadra poliesportiva coberta. A FC foi mensurada durante todos os testes por um monitor de FC (*Firstbeat Technologies LTD*, Oy, Jyväskylä, Finlândia). A percepção subjetiva de esforço (PSE) foi mensurada pela Escala de Borg CR10³⁵.

Todos os participantes foram orientados a comparecer devidamente alimentados e hidratados no momento de realização dos testes, não ingerir bebidas alcoólicas nas 48 horas antes das avaliações, não fazer uso de cigarro ou qualquer outra substância ilícita, evitar o consumo de cafeína e demais substâncias estimulantes.

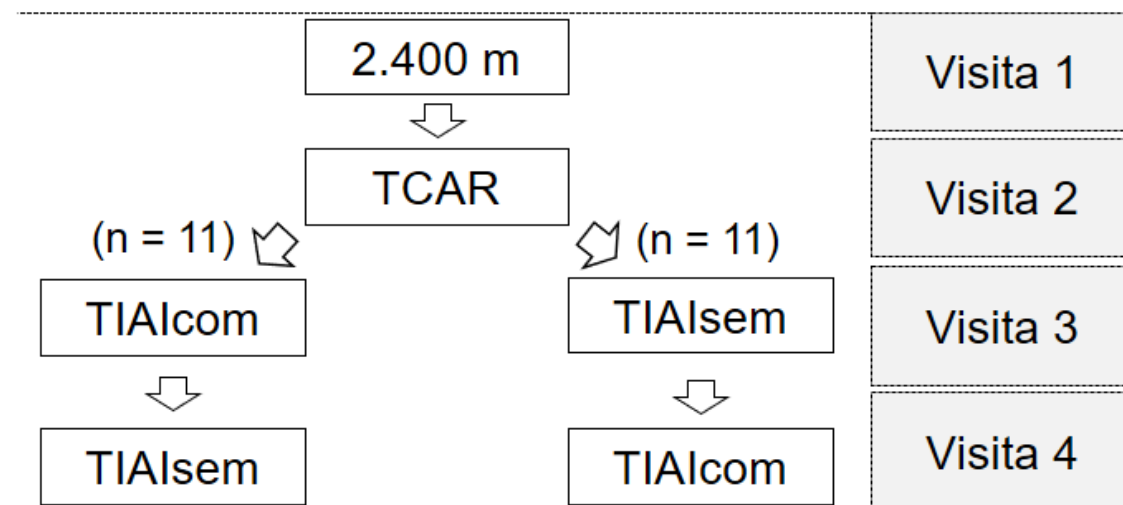
Teste de 2.400m de corrida

Após aquecimento de 10 min em intensidade moderada, foi realizado o teste de 2.400m, no menor tempo possível. O tempo foi registrado por cronômetro digital e a velocidade média (v_{2400}) foi calculada. O maior valor da FC foi considerado a $FC_{máx}$. Os participantes estavam familiarizados com o teste de 2.400m, uma vez que é aplicado periodicamente na instituição.

Teste de TCAR

Na segunda visita, os participantes realizaram o TCAR, teste incremental máximo e intermitente. O teste iniciou com velocidade de $9,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (distância inicial de 15m) com incrementos de $0,6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a cada estágio até a exaustão voluntária, mediante aumentos sucessivos de 1m a partir da distância inicial³³. A maior velocidade alcançada foi considerada o pico de velocidade (PV), e o maior valor de FC a $FC_{máx}$.

Figura 1. Representação esquemática da coleta de dados do estudo



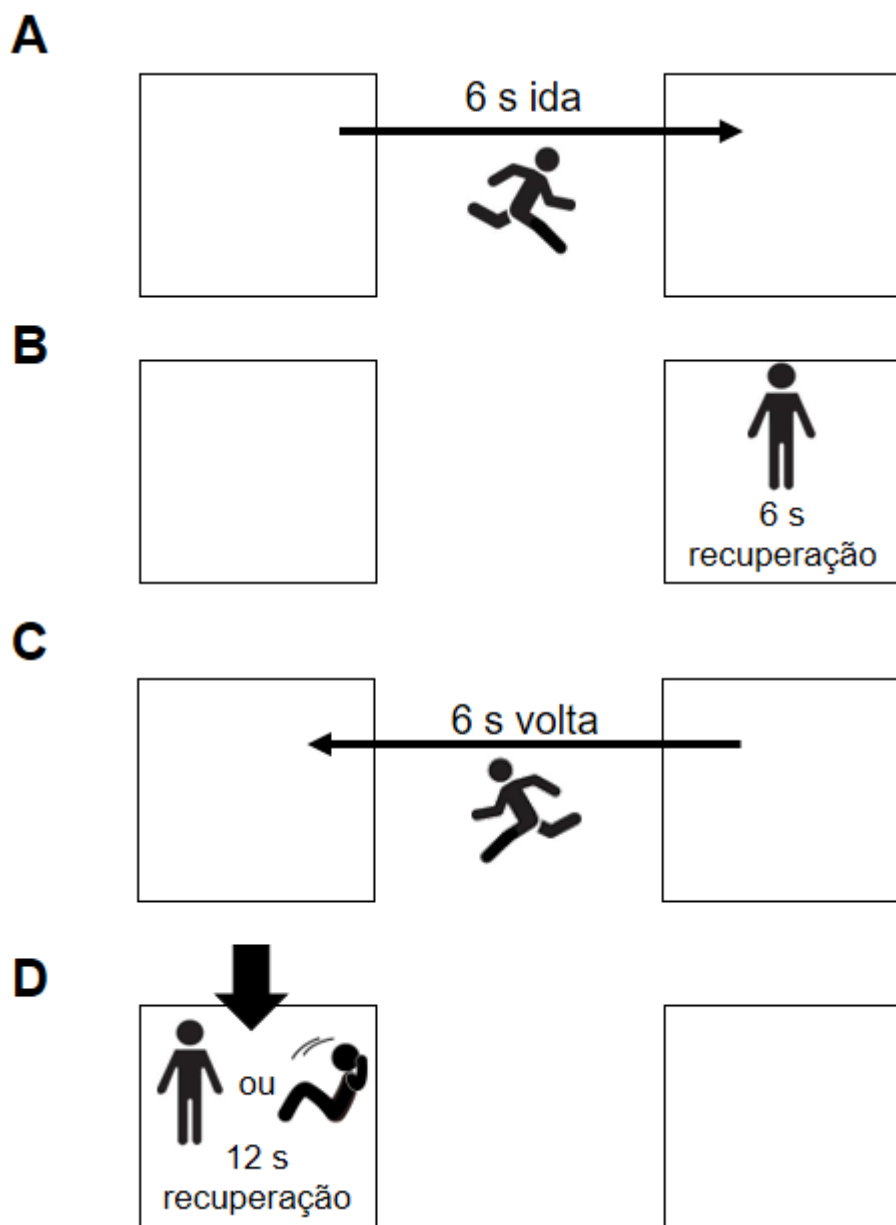
Sessões de TIAI com e sem exercícios neuromusculares

As sessões de treino foram constituídas por 4 séries de 5 minutos de esforço, intercaladas com 3 minutos de recuperação passiva. Durante o TIAIsem, os esforços foram compostos por repetições de corrida de 6 segundos (ida), seguidas de uma recuperação passiva de 6 segundos, e nova corrida de 6 segundos (volta), finalizado por recuperação passiva de 12 segundos. A sessão TIAIcom apresentou configuração similar, exceto que nas pausas de 12 segundos foram realizadas as repetições de exercícios neuromusculares, como: meio sugado com salto (primeira série); abdominal remador (segunda série); afundo à frente (terceira série); e flexão de braço no solo (quarta série). Foram realizadas 2 repetições de cada movimento na recuperação, durante toda a série. Os exercícios que compõem a sequência sugerida neste estudo foram adotados pela praticidade de execução e por não requerem implementos (apenas o peso corporal).

As sessões de TIAI foram precedidas por aquecimento geral de 5 minutos (exercícios de alongamento e corrida livre), seguido de 3 minutos de corridas individualizadas de ida-e-volta no sistema TIAI, na velocidade de 93% v2400. Após o aquecimento, foi realizado recuperação passiva de 2 minutos antes de iniciar a sessão de treinamento. A velocidade de corrida nas sessões TIAIcom e TIAIsem foi determinada individualmente e fixada em 102% da v2400.

O maior valor da FC registrado na sessão foi considerado a FC_{máx}. A FC média da sessão foi calculada, excluindo-se os períodos de recuperação. A PSE foi mensurada ao final de cada série para determinação da média da PSE e do maior valor encontrado.

Figura 2. Representação esquemática das sessões de treino.



Análise estatística

Os dados foram apresentados em média $\pm$ desvio padrão (DP). A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. As comparações entre os testes de 2.400m e o TCAR, bem como entre os valores médios e máximos de FC e PSE nos diferentes treinos (TIAIcom vs. TIAIsem), foram realizadas por meio do teste t de Student para dados pareados com duas caudas. As correlações entre as variáveis foram verificadas pelo coeficiente de correlação de Pearson. Todos os testes foram realizados no software SPSS (versão 20.0, IBM, EUA) e adotou-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Resultados

Não houve diferenças na FC_{máx} entre os testes de 2.400m e TCAR (Tabela 1; $p > 0,05$), porém, o PV do TCAR foi significativamente maior do que a v2400m ($p < 0,001$).

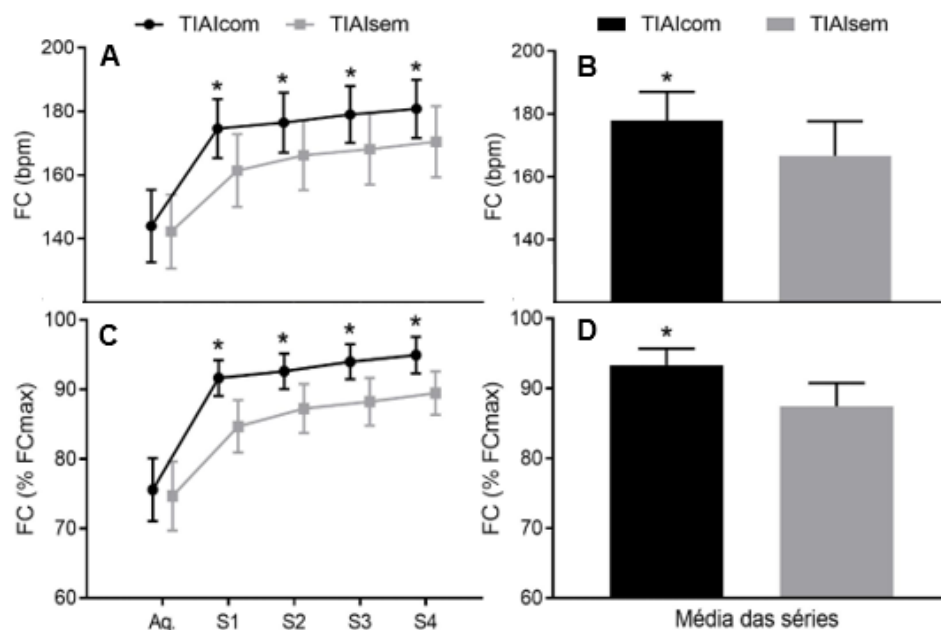
Tabela 1 – Comparação da FC e velocidade nos testes de 2400m e TCAR.

	Média $\pm$ DP	Mínimo	Máximo
FC _{max} 2.400m (bpm)	190 $\pm$ 9,0	177	208
FC _{max} TCAR (bpm)	189 $\pm$ 10,0	173	208
v2400 (km/h)	13,5 $\pm$ 1,4	10,3	15,2
PV TCAR (km/h)	14,2 $\pm$ 0,9*	11,9	15,6

*Diferença significativa da v2400 ($p < 0,001$)

Sobre as respostas agudas nas sessões de treino, a FC média absoluta ($177 \pm 9,2$ vs. $166 \pm 11,0$ bpm; $p < 0,05$) e relativa ($93,3 \pm 2,4$ vs. $87,4 \pm 3,4\%$ FC_{máx}; $p < 0,001$) do TIAIcom foi significativamente maior do que TIAIsem (Figura 3). Além disso, a FC absoluta (Figura 3A) e relativa (Figura 3C) ao final de cada série foi maior no TIAIcom comparado ao TIAIsem ($p < 0,05$). A FC pré-teste foi similar entre as sessões.

Figura 3. Respostas da frequência cardíaca nas sessões de treino.

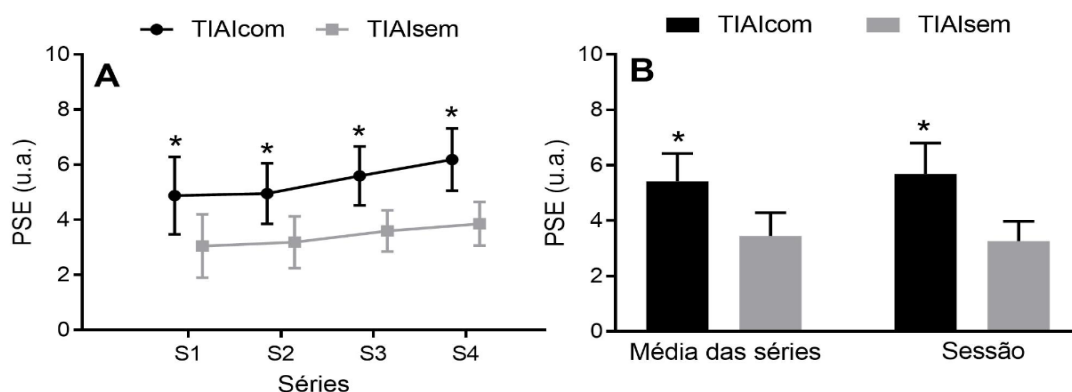


Dados em média $\pm$ DP.

*Diferença significativa em relação ao TIAIsem ($p < 0,05$).

A média da PSE ao final de cada série ($5,6 \pm 1,1$ vs. $3,2 \pm 0,7$ u.a.; $p < 0,05$) e ao término da sessão ($5,4 \pm 1,0$ vs. $3,4 \pm 0,8$ u.a.; $p < 0,05$) foi significativamente maior no TIAIcom do que TIAIsem (Figura 3). Ainda, a PSE ao final de cada série foi significativamente maior no TIAIcom em relação ao TIAIsem ($p < 0,05$; Figura 4).

Figura 4. Resposta da percepção subjetiva de esforço nas sessões de treino.



Dados em média $\pm$ DP.

*Diferença significativa em relação ao TIAIsem ($p < 0,05$).

Discussão

O objetivo deste estudo foi comparar as respostas agudas da frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço em duas sessões de treinamento intervalado de alta intensidade, com e sem realização de exercícios neuromusculares em bombeiros militares. O principal achado foi que, apesar da mesma velocidade durante o TIAI, o TIAIcom induziu maior demanda cardiovascular do que o TIAIsem, tendo em vista os maiores valores de FC e PSE.

Alguns estudos tem reportado as respostas agudas de bombeiros em atividades simuladas de combate a incêndios. Heinburg et al.⁹, demonstraram altos valores de frequência cardíaca ($96 \pm 5\%FC_{max}$), percepção subjetiva de esforço ($8,9 \pm 1,0$ u.a.), concentrações de lactato sanguíneo (13 ± 3 mmol.L⁻¹) e VO₂ ($3,9 \pm 0,5$ L.min⁻¹) em atividades simuladas de resgate de vítimas pelos bombeiros. Ainda, Marcel-Millet et al.,^{36,37} reportaram uma variação na FC média e pico entre 85% e 86% e 90 a 91% da FC_{máx}, respectivamente, em bombeiros em intervenção de resgate. Estes valores corroboram os achados de Sothmann et al.,³⁸, que reportaram em bombeiros durante emergências reais intensidades sustentadas de $88 \pm 6\%$ da FC_{máx} durante 15 ± 7 min. Além disso, Williams-Bell et al.,³⁹, descreveram que bombeiros em atividade de resgate de vítima no quinto andar de uma edificação, durante a subida das escadas, com o equipamento de proteção, inclusive respiratório (equipamento de proteção respiratória - EPR), atingiram $75 \pm 8\%$ do VO_{2max} e $91 \pm 3\%$ da FC_{max}. Baseado nisso, esperava-se que os treinos propostos neste estudo promoveriam uma resposta da FC entre 88% e 93% da FC_{máx}, uma zona importante para induzir adaptações aeróbias^{40,41,42} e simular as atividades desempenhadas pelos bombeiros.

Desta forma, os resultados encontrados demonstram que a inserção dos exercícios neuromusculares é uma alternativa efetiva para estimular maior FC durante uma sessão aguda de treinamento. Embora estes achados favoreçam a utilização da FC como importante aliado no monitoramento do treinamento, para o TIAI realizado em intensidades próximas da velocidade aeróbia máxima e com esforços inferiores a 1 min, o atraso da FC no início do exercício, com uma resposta mais lenta do que o VO₂, associado a inércia da FC ao término do esforço, podem acarretar em superestimação do estresse fisiológico da sessão de treinamento⁴³. Apesar disso, a inserção dos exercícios neuromusculares proporcionou aumentos substanciais na FC, que foram suportados pela maior PSE ao longo do treino, aumentando a confiança nos resultados encontrados.

Foi demonstrado no presente estudo que um teste de campo prático e simples como o teste de 2400m pode ser utilizado tanto para avaliação da aptidão física como para a prescrição de treinamentos individualizados, com o objetivo de melhorar o sistema cardiorrespiratório, especialmente quando se aplica sessões de treino de corridas intervaladas combinadas com exercícios neuromusculares (TIAIcom). Em conjunto, esses achados suportam a recomendação de que o sistema TIAIcom e TIAIsem, desenvolvido e testado no presente estudo, apresenta-se como uma alternativa prática para individualizar treinamento intervalado de alta intensidade a partir da velocidade média obtida no teste de corrida de 2400m (102%V_{méd} 2400). Além de proporcionar alta demanda cardiovascular em bombeiros e fácil aplicabilidade, este treino pode consistir numa importante alternativa no treinamento dessa população, com fácil aplicação na rotina diária e baseado na individualidade de cada bombeiro.

Conclusão

Em conclusão, ambas sessões resultaram em alta demanda cardiovascular, porém a inserção de exercícios neuromusculares aumentou a FC e a PSE em bombeiros militares. Portanto, os treinos compreendem um método individualizado relevante e de fácil aplicação para treinamento em Corporações desse segmento, como uma proposta que atende as estratégias de treinamento tempo-eficiente.

Referências

- 1 Kales, S. N.; Soteriades, E. S.; Costas, D.; Christophi, A.; Christiani, D. C. Emergency duties and deaths from heart disease among firefighters in the United States. *The New England Journal of Medicine*, 2007, v. 356, n. 12, p. 1207-1215.
- 2 Soteriades, E. S.; Smith, D. L.; Tsismenakis, A. J.; Baur, D. M.; Kales, S. N. Cardiovascular disease in US Firefighters: a systematic review. *Cardiol. 2011, Rev.*, v. 19, n. 4, p. 202-215.
- 3 Smith D. L.; Barr, D. A.; Kales, S. N. Extreme sacrifice: sudden cardiac death in the US Fire Service. *Extrem. Physiol. Med.* 2013, v. 2, n. 1, p. 2-6.

4 Williams-Bell, F. M.; Villar, R.; Sharratt, M. T.; Hughson, R. L. Physiological demands of the fire fighter Candidate Physical Ability Test. *Medicine and science in sports and exercise*, 2009, v. 41, n. 3, p. 653-662.

5 Horn, G.P., Gutzmer, S., Fahs, C.A., et al., Physiological recovery from firefighting activities in rehabilitation and beyond. *Prehospital Emerg. Care (Edición Española)*, 2011, 15, 214–225.

6 Smith, D. L. Firefight fitness: improve performance and preventing injuries and fatalities. *Current Sports Medicine Reports*, mai/jun, 2011, v. 10, n. 3, p.167-172.

7 Smith D. L.; Barr, D. A.; Kales, S. N. Extreme sacrifice: sudden cardiac death in the US Fire Service. *Extrem. Physiol. Med.* 2013, v. 2, n. 1.

8 Windisch, S., Seiberl, W., Hahn, D., Schwirtz, A. Physiological responses to firefighting in extreme temperatures do not compare to firefighting in temperate conditions. *Front. Physiol.* 2017, 8, 619.

9 Von Heimburg E. D, Rasmussen A. K. R, Medbø JI. Physiological responses of firefighters and performance predictors during a simulated rescue of hospital patients. *Ergonomics* 2006; 49(2): 111-26.

10 Gledhill, N.; Jamnik, V.K. Characterization of the physical demands of firefighting. *Canadian journal of sport sciences*, set., 1992, v. 17, n. 3, p. 207-213.

11 Bilzon, J.; Scarpello, E. G.; Smith, C. V.; Ravenhill, N. A.; Rayson, M. P. Characterization of the metabolic demands of simulated shipboard Royal Navy firefighting tasks. *Ergonomics*, 31 maio 2001, v. 44, n. 8.

12 Williams-Bell, F. M.; Boisseau, G.; McGill, J.; Kostiuk, A.; Hughson, R. L. Air management and physiological responses during simulated firefighting tasks in a high-rise structure. *Applied Ergonomics*, 2010, v. 41, n. 2.

13 Davis, P.O.; Dotson, C.O.; Santa Maria, D.L. Relationship between simulated fire fighting tasks and physical performance measures. *Medicine and science in sports and exercise*, 1982, v.14, n. 1, p. 65-71. Disponível em: <http://doi.org/10.1249/00005768-198201000-00013>. Acesso em: 10 fev. 2021.

14 Williford, H. N.; Duey, W. J.; Olson, M. S.; Howard, R.; Wang, N. Relationship between fire fighting suppression tasks and physical fitness. *Ergonomics*, set. 1999, v. 42, n. 9, p. 1179-1186.

15 M. R. Rhea, B. A. Alvar, And R. Gray, “Physical fitness and job performance of firefighters,” *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 2004, vol. 18, no. 2.

16 Michaelides, M., Koulla, M. P., Leah, J. H., Gerald, B. T. & Brown, B. Assessment Of Physical Fitness Aspects And Their Relationship To Firefighters’ Job Abilities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2011, 24,956–965.

17 Lindberg, A. S.; Oksa, J.; Malm, C. Laboratory or Field Tests for Evaluating Firefighters’ Work Capacity? *PloS One*, mar., 2014, v. 9, n. 3.

18 Lindberg, A. S.; Oksa, J.; Gavhed, G.; Malm, C. Field Tests for Evaluating the Aerobic Work Capacity of Firefighters. *PloS One*, 2013, v. 8, n. 7.

19 Perroni, F.; Tessitore, A.; Lupo, C.; Cortis, C.; Cignitti, L. Capranica, L. “Do Italian fire firefighting recruits have an adequate physical fitness profile for fire fighting?” *Sport Sciences for Health*, 2008, v. 4, n. 1-2, p. 27-32.

20 Perroni, Fabrizio & Guidetti, Laura & Cignitti, Lamberto & Baldari, Carlo. Psychophysiological Responses of Firefighters to Emergencies: A Review. *The Open Sports Sciences Journal*, 2014, 7. Disponível em: <http://doi.org/10.2174/1875399X01407010008>.

21 Rayson, M., Wilkinson, D., Carter, J. & Nevill, A. M.. National firefighter selection process. Development and validation of national firefighter selection tests: Physical tests, 2009a, London, UK, Department for Communities and Local Government.

22 Rayson, M. P., Donovan, K., Graveling, R. A. & Jones, D. A. Operational physiological capabilities of firefighters: Literature review and research recommendations, Fire Research Technical Report. 2004, London, UK, Optimal Performance Limited on behalf of the Office for the Deputy Prime Minister.

23 Henderson, N., Berry, M. & Matic, T. Field measures of strength and fitness predict firefighter performance on physically demanding tasks. *Personnel Psychology*, 2007.

24 Gist Nh, Freese Ec, Ryan Te, Cureton Kj. Effects of Low-Volume, High-Intensity Whole-Body Calisthenics on Army ROTC Cadets. *Mil Med*. 2015 May;180(5):492-8. doi: 10.7205/MILMED-D-14-00277. PMID: 25939101.

25 Bycura, D. K.; Repka, C. P.; Santos, A.C.; Lopez, N. V. Training Implications for Firefighters through objective Measurement of the Physiological Demands of Firefighter Job Tasks. *American Journal of Biomedical Science and Research*, 2019 , v.3, n. 5.

26 Archila, L. R.; Bostad, W.; Joyner, M. J.; Gibala, M. J. Simple Bodyweight Training Improves Cardiorespiratory Fitness With Minimal Time Commitment: A Contemporary Application of the 5BX Approach. *International Journal of Exercise Science*, 2021 , v. 14, n. 3, p. 93-100. Disponível em: <https://digitalcommons.wku.edu/ijes/vol14/iss3/2>. Acesso em: 10 fev. 2021.

27 Schaun Gz, Pinto Ss, Brasil B, Nunes Gn, Alberton Cl. Neuromuscular adaptations to sixteen weeks of whole-body high-intensity interval training compared to ergometer-based interval and continuous training. *J Sports Sci*. 2019 Jul;37(14):1561-1569. doi: 10.1080/02640414.2019.1576255. Epub 2019 Feb 6. PMID: 30724683.

28 - Batacan, R.B Jr; Duncan, M.J.; Dalbo, V.J.; Tucker, P.S.; Fenning, A.S. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *British Journal of Sports Medicine*, mar, 2017 v. 51, n. 6, p. 494-503.

29 Gillen JB, Gibala MJ. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Appl Physiol Nutr Metab*. 2014 Mar;39(3):409-12. doi: 10.1139/apnm-2013-0187. Epub 2013 Sep 27. PMID: 24552392.

30 Schaun, G.Z.; Pinto, S.S.; Silva, M.R.; Dolinski, D.B.; Alberton, C.L. Whole-Body High-Intensity Interval Training Induce Similar Cardiorespiratory Adaptations Compared With Traditional High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training in Healthy Men. *Journal of strength and conditioning research*, 2018 , v. 32, n. 10, p. 2730-2742.

31 Wilke J, Kaiser S, Niederer D, Kalo K, Engeroff T, Morath C, Vogt L, Banzer W. Effects of high-intensity functional circuit training on motor function and sport motivation in healthy, inactive adults. *Scand J Med Sci Sports*. 2019 Jan; 29(1):144-153. doi: 10.1111/sms.13313. Epub 2018 Oct 23. PMID: 30276916.

32 Machado, Alexandre F. et al . Description of training loads using whole-body exercise during high-intensity interval training. **Clinics**, São Paulo, 2018, v. 73, e516 .

33 Da Silva, J.F., Guglielmo, L.G., Carminatti, L.J., De Oliveira, F.R., Dittrich, N., And Paton, C.D. Validity and reliability of a new field test (Carminatti's test) for soccer players compared with laboratory-based measures. *J. Sports Sci.*, 2011 , 29: 1621-1628.

34 Carminatti, L. J. Validade de limiares anaeróbios derivados do teste incremental de corrida intermitente (TCAR) como preditores do máximo steady-state de lactato em jogadores de futsal. 2006. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) - Centro de Ciências da Saúde e do Esporte, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

35 Foster, Carl & Florhaug, Jessica & Franklin, Jodi & Gottschall, Lori & Hrovatin, Lauri & Parker, Suzanne & Doleshal, Pamela & Dodge, Christopher. A New Approach to Monitoring Exercise Training. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 2001, 15. 109-15.

36 Marcel-Millet, P., Ravier, G., Grospretre, S., et al., Physiological responses and parasympathetic reactivation in rescue interventions: the effect of the breathing apparatus. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 2018, 28, 2710–2722.

37 Marcel-Millet P, Gros Lambert A, Gimenez P, Grosprêtre S, Ravier G. Psychophysiological responses of firefighters to day and night rescue interventions. *Appl Ergon.* 2021, Sep; 95:103457. doi: 10.1016/j.apergo.2021.103457. Epub 2021 May 11. PMID: 33984583.

38 Sothmann MS, Saupe K, Jasenof D, Blaney J. Heart rate response of firefighters to actual emergencies. Implications for cardiorespiratory fitness. *J Occup Med.* 1992 Aug; 34(8):797-800. doi: 10.1097/00043764-199208000-00014. PMID: 1506937.

39 Williams-Bell, F. M.; Villar, R.; Sharratt, M. T.; Hughson, R. L. Physiological demands of the fire fighter Candidate Physical Ability Test. *Medicine and science in sports and exercise*, mar., 2009, v. 41, n. 3, p. 653-662.

40 Laursen, P. B.; Buchheit, M. *Science and Application of High-Intensity Interval Training: Solutions to the Programming Puzzle*. Champaign, IL : Human Kinetics, 2019.

41 Buchheit, M.; Laursen, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 2013a , v. 43, n. 5, p. 313–338.

42 Buchheit, M.; Laursen, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle part II: Anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports Medicine*, 2013b, v. 43, n. 10, p. 927–954.

43 Stephen Seiler, Ken J Hetlelid; The impact of rest duration on work intensity and RPE during interval training *Med Sci Sports Exerc* 2005 Sep; 37(9):1601-7. DOI: 10.1249/01.mss.0000177560.18014.d8

