

Efeito agudo da suplementação de cafeína sobre o desempenho físico durante teste incremental de esforço

Acute effect of caffeine supplementation on physical performance during an incremental effort test

FONSECA, A P de E; GOMES, T A N; PEREIRA, P E de A; RODRIGUES, M F C; DOMINGOS, M M; SATO, Y; PRADO, W L; BOTERO, J P. Efeito agudo da suplementação de cafeína sobre o desempenho físico durante teste incremental de esforço. **R. Bras. Ci. e Mov.** 2014; 22(1): 51-57

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo investigar os efeitos da ingestão de cafeína (CAF) sobre a velocidade de corrida (VC) referente à intensidade do primeiro limiar ventilatório (LV1) e velocidade máxima de corrida (Vmáx). Para tanto, oito mulheres saudáveis, ativas fisicamente, realizaram dois testes incrementais máximos (TImáx) em esteira ergométrica em duas condições diferentes, sob ingestão de CAF e placebo (PLA). Para contrastar os dados, utilizou-se o teste t de Student pareado. Houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) na VC (PLA $7,87 \pm 1,72$ km/h, CAF $8,50 \pm 1,69$ km/h), na frequência cardíaca (PLA $152,37 \pm 21,41$ bpm, CAF $167,00 \pm 14,71$ bpm) e na VE (PLA $31,40 \pm 8,53$ L/min, CAF $34,46 \pm 9,52$ L/min), na intensidade referente ao LV1. Diferentemente, na Vmáx não foram observadas diferenças significativas na VC, FC e ventilação (VE) em ambas as condições. É possível concluir que a VC, FC e VE foram modificadas com a suplementação de CAF na intensidade do LV1, mas não na Vmáx.

Palavras-chave: Recursos Ergogênico; Exercício Físico; Cafeína.

ABSTRACT: The present study aimed to investigate the effects of caffeine (CAF) ingestion on running speed (RS) on the intensity of the first ventilatory threshold (VT1) and maximum running speed (Vmax). Therefore, eight healthy women, physically active performed two maximal incremental tests (TImax) on the treadmill at two different conditions under CAF intake and placebo (PLA). To contrast the data, we used the paired Student t test. There were statistically significant differences ($P \leq 0.05$) in RS (PLA 7.87 ± 1.72 km/h, CAF 8.50 ± 1.69 km/h), heart rate (PLA 152.37 ± 21.41 bpm, CAF 167.00 ± 14.71 bpm) and LV (PLA 31.40 ± 8.53 L/min, CAF 34.46 ± 9.52 L/min), the intensity for the VT1. In contrast, the Vmax were not significant differences in VC, HR and ventilation (VE) in both conditions. It is possible to conclude that the VC, VE and HR were modified with the supplementation of CAF in the intensity of VT1, but not in the Vmax.

Key Words: Ergogenic Aids; Physical Exercise; Caffeine

Andréa Pessa de Carvalho
Fonseca¹

Thais Aparecida Novaes Gomes¹

Paulo Eduardo de Assis Pereira²

Paulo Henrique Silva Marques de
Azevedo²

Maria Fernanda Cury Rodrigues³

Mateus Moraes Domingos³

Yone Sato³

Wagner Luiz do Prado⁴

João Paulo Botero²

¹ Centro Universitário Central Paulista

² UNIFESP

³ UFSCar

⁴ UPE

Recebido: 18/03/2013

Aceito: 19/12/2013

Introdução

O primeiro Limiar Ventilatório (LV1) é um índice fisiológico submáximo utilizado para a avaliação funcional, prescrição e controle da intensidade de treinamento^(1,2). Portanto, a sua correta e precisa determinação é fundamental.

Estudos sugerem que a ingestão de cafeína (CAF) previamente a realização de exercício físico pode promover melhora do desempenho físico⁽³⁻⁵⁾. Por ser um potente estimulante do Sistema Nervoso Central (SNC) e apresentar baixa indução à dependência, é um recurso ergogênico nutricional comumente utilizado durante a prática de exercício físico com o intuito de protelar a fadiga e, consequentemente, aprimorar o desempenho físico^(6,7) tanto em intensidades máximas quanto em submáximas.

Por ser, a intensidade associada ao LV1, um indicativo de desempenho físico submáximo é possível que variáveis de esforço analisadas durante testes físicos, possam ser influenciadas pela ingestão de CAF, alterando sobre maneira a interpretação dos resultados obtidos durante testes incrementais.

Desta forma o presente estudo teve como objetivo verificar os efeitos da suplementação previa de CAF sobre a velocidade de corrida (VC) referente à intensidade do LV1 e velocidade máxima de corrida (V_{máx}) durante teste incremental máximo.

Materiais e Métodos

Sujeitos

Participaram voluntariamente deste estudo oito mulheres saudáveis (amostra por conveniência e não probalística), fisicamente ativas e que relataram não ingerir cronicamente cafeína (idade $24,2 \pm 3,7$ anos, peso corporal $62,0 \pm 5,9$ Kg e estatura $168 \pm 0,08$ cm). Todas as voluntárias receberam informações sobre as finalidades da presente investigação e procedimentos aos quais seriam submetidas, e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Central Paulista (UNICEP) sob protocolo número 008/2009.

Delineamento Experimental

O presente estudo foi realizado num período de uma semana na qual, inicialmente, as voluntárias compareceram ao laboratório para realizar medidas antropométricas de massa corporal, composição corporal e estatura para caracterização da amostra. Posteriormente, todas as voluntárias foram submetidas a dois testes incrementais máximos (T_{máx}) realizado em esteira ergométrica da marca Inbramed (Millennium ATL, Brasil), após a ingestão de CAF ou de placebo (PLA), administrados de forma aleatória em duas condições distintas. O intervalo adotado entre os testes foi de 72 horas.

Em todos os procedimentos de avaliação houve o controle da temperatura ambiente e umidade relativa

do ar, sendo mantidas entre 21° e 24°C, e 40 e 60%, respectivamente. Todos os testes foram realizados no mesmo horário, a fim de minimizar os efeitos da variação biológica circadiana. As voluntárias foram orientadas a não realizarem atividades físicas vigorosas, bem como evitar a ingestão de comidas e bebidas cafeinadas e/ou alcoólicas no período que compreendeu o experimento. Além disso, as voluntárias foram submetidas a uma familiarização dos protocolos de testes e equipamentos utilizados, por meio de um estudo piloto que foi realizado de maneira prévia ao experimento.

Protocolo de teste incremental máximo (T_{Imax})

O protocolo de T_{Imax} consistiu das seguintes etapas: após dois minutos em repouso sobre a esteira, o teste foi iniciado na velocidade de 4 km/h, com posterior incremento de 1 km/h a cada 2 minutos até a exaustão voluntária, ou outro fator que levasse a interrupção do teste. A inclinação da esteira permaneceu fixa durante todo o transcorrer dos testes em 1%.

Determinação do Primeiro Limiar Ventilatório (LV1) e da velocidade máxima de corrida (V_{máx})

O LV1 foi identificado por três pesquisadores experientes que inspecionaram visualmente as curvas da ventilação (VE) e do equivalente respiratório de oxigênio (VE/VO₂) durante as diferentes condições experimentais dos T_{Imax}⁽¹⁾. A V_{máx} foi determinada como sendo a velocidade máxima atingida durante o T_{Imáx} mantida por pelo menos 1 minuto; ou seja, 50% da duração do estágio.

Determinação da frequência cardíaca (FC) e da ventilação (VE) na intensidade do LV1 e da V_{máx}

A FC foi monitorada durante toda vigência dos T_{Imáx} por um cardiofrequencímetro da marca Polar® (S610), sendo considerada a FC de cada estágio o valor obtido no final do mesmo, possibilitando assim, as determinações da FC no LV1 e na V_{máx}. A VE foi mensurada continuamente durante os testes incrementais. Para isto as voluntárias realizaram os T_{Imáx} com um “clip” nasal, respirando apenas por um bucal com válvula de fluxo bidirecional. Dessa maneira o ar era expirado através de uma traquéia artificial, a partir de um pneumotacógrafo de fluxo médio, permitindo assim a análise dos gases respiratórios e da VE. A análise gasosa foi realizada a cada 20 segundos durante a realização dos testes. O analisador de gases utilizado nos testes foi o modelo VO2000 Aerosport® (Medgraphics, EUA) conectado a um sistema computacional que registrava em um software (Aerografic) em um tempo pré-estabelecido (20 segundos) os parâmetros respiratórios para posterior análise. O sistema foi calibrado no início de cada teste utilizando-se das concentrações de O₂ e CO₂ encontrados no ambiente.

Ingestão de Cafeína

A CAF pura (5 mg.kg⁻¹) ou amido PLA na mesma concentração, foram preparados e embalados em cápsulas gelatinosas, e ingeridos 60 minutos antes do início dos testes de T_{Imáx} que ocorreu em ordem randomizada, utilizando procedimento duplo cego. Após a administração de CAF ou PLA, as voluntárias permaneceram em repouso durante uma hora, período que antecedeu o início dos testes e necessário para que ocorresse a absorção da CAF e do PLA.

Tratamento Estatístico

Os resultados estão expressos em média \pm desvio-padrão. Após constatação da normalidade dos dados de FC, VE e VC (teste de Shapiro-Wilk), os mesmos foram contrastados mediante aplicação do teste "t" de Student pareado entre as condições CAF e PLA. O nível de significância adotado para as análises foi $P \leq 0,05$.

Resultados

A descrição da amostra estudada pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1. Características gerais da amostra estudada (n = 8).

Variável	Média \pm desvio padrão
Idade (anos)	24,25 \pm 3,77
Estatura (m)	1,68 \pm 0,08
Massa Corporal (Kg)	62,00 \pm 5,95
IMC (kg/m ²)	22,24 \pm 0,77
Gordura Corporal (%)	26,79 \pm 4,28

IMC = índice de massa corporal.

Na tabela 2 são apresentados os valores médios da VC na intensidade do LV1 e da V_{máx} nas condições CAF e PLA. Foi observada diferença significativa na VC no LV1 entre

as condições CAF e PLA ($P \leq 0,05$). Contudo, na V_{máx} a VC não teve diferença significava quando comparada a condição CAF com a PLA.

Tabela 2. Valores da velocidade de corrida na intensidade do LV1 e da V_{máx} nas condições CAF e PLA.

Variáveis	CAF (n = 8)	PLA (n = 8)	P	Δ	$\Delta\%$
LV1 (km/h)	8,50 \pm 1,69	7,87 \pm 1,72	0,01	0,63	7,4
V _{máx} (km/h)	11,87 \pm 1,45	11,87 \pm 1,45	0,99	-	-

Valores apresentados como média \pm desvio padrão. LV1 = primeiro limiar ventilatório; V_{máx} = velocidade máxima; CAF = cafeína; PLA = placebo; Δ = diferença entre as velocidades após a ingestão de cafeína e placebo; $\Delta\%$ = porcentagem da diferença entre as velocidades após a ingestão de cafeína e placebo.

Os resultados de FC e de VE nas intensidades do LV1 e da Vmáx nas condições CAF e PLA são apresentados na tabela 3. Foram observadas diferenças significativas na FC

e na VE na velocidade do LV1 entre as condições CAF e PLA. No entanto, na Vmáx tanto FC quanto VE não foram diferentes significativamente quando comparada a condição CAF com a PLA.

Tabela 3. Valores da FC e VE na intensidade do LA e da Vmáx nas condições CAF e PLA.

Variáveis	CAF (n = 8)	PLA (n = 8)	P	Δ	Δ%
LV1					
FC (bpm)	167,0 ± 14,7	152,3 ± 21,4	0,03	14,7	8,8
VE (L/min)	34,4 ± 9,5	31,4 ± 8,5	0,04	3	8,7
Vmáx					
FC (bpm)	189,5 ± 8,1	187,8 ± 6,8	0,53	1,7	0,8
VE (L/min)	68,0 ± 8,3	66,3 ± 8,8	0,14	1,7	2,5

Valores apresentados como média ± desvio padrão. FC = frequência cardíaca; VE = ventilação; LV1 = primeiro limiar ventilatório; Vmáx = velocidade máxima; CAF = cafeína; PLA = placebo; Δ = diferença entre as condições cafeína e placebo; Δ% = porcentagem da diferença entre as condições cafeína e placebo.

Discussão

O presente estudo teve como objetivo verificar os efeitos da suplementação com CAF sobre a VC referente à intensidade do LV1 e Vmáx determinadas durante teste incremental máximo realizado em esteira ergométrica. Os principais achados foram que a suplementação com CAF promoveu aumento na VC, FC e VE referente à intensidade do LV1, entretanto sem alterações para as intensidades máximas.

O consumo agudo de CAF modulou o momento de ocorrência do LV1 para intensidade superior. De acordo com Mello *et al.*⁽⁸⁾ o mecanismo que poderia explicar o efeito observado é a ação da CAF em facilitar a liberação de epinefrina da medula adrenal, estimulando a broncodilatação, a vasodilatação, a glicogenólise hepática e muscular e a lipólise. Estas respostas, em conjunto, aumentam a oferta de substrato energético em intensidades submáximas de esforço físico. No entanto, esta hipótese não pode explicar plenamente a melhora no desempenho submáximo uma vez que o estoque de carboidrato não é um fator limitante neste momento do exercício, podendo ser um fator limitante em exercícios de longa duração⁽⁹⁾. Embora não tenhamos os valores da razão de troca respiratória (RER) das voluntárias, que nos forneceria informações referentes ao substrato energético (carboidrato – lipídio) metabolizado durante os testes incrementais, muito provavelmente a cafeína pode ter potencializado a oxidação de lipídios, resultando em aumento da velocidade de corrida na intensidade associada ao LV1⁽¹⁰⁾.

Outro mecanismo que poderia explicar parcialmente nossos resultados, é que a CAF poderia permitir maior intensidade e/ou duração de exercício físico pela diminuição da percepção de esforço físico e/ou diminuição da sensação de dor (3,11,12). A cafeína exerce um efeito direto em algumas porções do sistema nervoso central (SNC), provavelmente decorrente de alterações nos neurotransmissores que incluem dopamina, GABA e

serotonina. A CAF potencializa o efeito da dopamina que é importante no controle da locomoção, estando associada com um desempenho físico ótimo⁽³⁾. Sobre o GABA, principal neurotransmissor inibitório no SNC, a CAF age como antagonista de seus receptores, diminuindo assim sua ação⁽¹³⁾. Ainda, a CAF pode diminuir a ação da serotonina, reduzindo a sensação da fadiga, já que, durante exercício de longa duração, os níveis de serotonina cerebral podem aumentar, contribuindo para a exaustão voluntária^(7,14,15).

Diferentemente, a VC na Vmáx não apresentou nenhuma alteração significativa com a ingestão da CAF, o que pode advir da ausência de efeito ergogênico da CAF em intensidades máximas de exercício físico ou da dosagem de CAF utilizada no presente estudo de 5 mg.kg⁻¹ de massa corporal. Apoiando nossos dados, Berry *et al.*⁽¹⁶⁾ não encontraram diferenças significativas no consumo máximo de oxigênio (60,3 ± 5,2 mL.kg⁻¹.min *versus* 59,7 ± 5,6 mL.kg⁻¹.min) determinado em duas condições experimentais, suplementação prévia de CAF e placebo, respectivamente. Portanto, a utilização da Vmáx como parâmetro de avaliação diagnóstica e prescrição da intensidade de treinamento não é influenciada pela utilização aguda de CAF.

No presente estudo, o consumo habitual de cafeína foi inferior ao relatado em outro estudo⁽¹⁷⁾. Portanto, a quantidade ingerida foi menor do que 100 mg diários, não acarretando habituação à mesma. Tarnopolsky *et al.*⁽¹⁸⁾, relataram que atletas consumidores habituais de quantidades moderadas de CAF, não apresentaram alterações neuromusculares ou metabólicas durante teste em esteira, a 70% do VO₂máx, após ingestão de CAF. Isso poderia ser um sinal de tolerância provocada pelo consumo habitual de CAF.

Adicionalmente, os resultados do presente estudo mostram aumento da FC e VE na intensidade do LV1 no grupo CAF. Porém, estas variáveis, provavelmente, sofreram efeitos secundários da CAF. Ou seja, a própria

elevação da VC no LV1, resultou em aumentos nos valores de FC e de VE no LV1. Vale ressaltar que o presente estudo determinou o LV1 por parâmetros ventilatórios. Segundo o estudo de Berry *et al.*,⁽¹⁶⁾ o uso do limiar ventilatório como um indicador do limiar de lactato pode ser inapropriado após ingestão prévia de dosagens moderadas de cafeína (7 mg.kg⁻¹). Portanto, dosagens menores, como a do presente estudo, também são capazes de modular a ocorrência do LV1 para intensidades superiores.

Outras pesquisas não verificaram aumento da performance devido à ingestão de CAF. Kovacs *et al.*,⁽¹⁹⁾ acreditam que isso se deve à falta de padronização nas metodologias utilizadas nos experimentos. Uma série de variáveis que podem interferir nos resultados das pesquisas, como por exemplo dosagens de cafeína, tipo e intensidade do exercício, alimentação pré-exercício, habituação à cafeína, estado de condicionamento físico dos sujeitos e variações individuais.

A utilização de anticoncepcionais, bem como o período do ciclo menstrual no momento das sessões

experimentais não foi controlada. Contudo, estudos recentes demonstraram que estas variáveis não influenciam o desempenho aeróbio.^(20,21) Devido a problemas técnicos durante as sessões experimentais, os dados referentes ao consumo máximo de oxigênio não foram apresentados.

Conclusão

A ingestão de CAF é capaz de promover melhora no desempenho físico submáximo de mulheres saudáveis, e tal efeito parece ser mediado por alterações na frequência cardíaca e ventilação, sem alterações durante o esforço máximo. Os resultados do presente estudo podem auxiliar profissionais envolvidos na prescrição e controle das intensidades do treinamento aeróbio, minimizando possíveis erros advindos da suplementação de cafeína previamente à teste de esforço. Entretanto, mais estudos são necessários para se verificar os efeitos crônicos da suplementação de cafeína sobre o desempenho físico.

Referências

1. Wasserman K, Beaver W, Whipp B. Gas exchange theory and the lactic acidosis (anaerobic) threshold. *Circulation*. 1990; 81(1 Suppl): II14.
2. Azevedo PHSM, Garcia A, Duarte JMP, Rissato GM, Carrara VKP, Marson RA. Limiar Anaeróbio e Bioenergética: uma abordagem didática. *Revista da Educação Física/UEM*. 2009; 20(3): 453-64.
3. Kalmar JM, Cafarelli E. Caffeine: a valuable tool to study central fatigue in humans? *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2004; 32(4): 143-7.
4. Doherty M, Smith PM. Effects of caffeine ingestion on exercise testing: a meta-analysis. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2004; 14(6): 626.
5. Doherty M, Smith PM, Hughes MG, Davison RR. Caffeine lowers perceptual response and increases power output during high-intensity cycling. *Journal of Sports Sciences*. 2004; 22(7): 637-43.
6. Rang HP, Dale MM, Ritter JM. *Farmacologia*: Elsevier srl; 2008.
7. Sinclair C, Geiger J. Caffeine use in sports. A pharmacological review. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2000; 40(1): 71.
8. Mello D, Kunzler DK, Farah M. A cafeína e seu efeito ergogênico. *RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. 2012; 1(2).
9. Warren GL, Park ND, Maresca RD, McKibans KI, Millard-Stafford ML. Effect of caffeine ingestion on muscular strength and endurance: a meta-analysis. *Medicine and science in sports and exercise*. 2010; 42(7): 1375-87.
10. Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kalman D, Kreider R, Campbell B, Wilborn C, Taylor L, Willoughby D, Stout J, Graves BS. International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2010; 7(1): 5.
11. Motl RW, O'Connor PJ, Dishman RK. Effect of caffeine on perceptions of leg muscle pain during moderate intensity cycling exercise. *The journal of pain: official journal of the American Pain Society*. 2003; 4(6): 316.
12. Maridakis V, O'Connor PJ, Dudley GA, McCully KK. Caffeine attenuates delayed-onset muscle pain and force loss following eccentric exercise. *The Journal of Pain*. 2007; 8(3): 237-43.
13. Soellner DE, Grandys T, Nuñez JL. Chronic prenatal caffeine exposure impairs novel object recognition and radial arm maze behaviors in adult rats. *Behavioural brain research*. 2009; 205(1): 191-9.
14. Graham TE. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. *Sports Medicine*. 2001; 31(11): 785-807.
15. Tirapegui J. *Nutrição, metabolismo e suplementação na atividade física; Nutritional, metabolism and supplementation in sportive activities*. 2005.
16. Berry MJ, Stoneman JV, Weyrich AS, Burney B. Dissociation of the ventilatory and lactate thresholds following caffeine ingestion. *Medicine and science in sports and exercise*. 1991; 23(4): 463.
17. Simões H, Campbell C. Recursos ergogênicos: suplementação de carboidratos, líquidos, monidrato de creatina, aminoácidos ramificados e cafeína. *Trein Desp*. 1998; 3(2): 52-61.
18. Tarnopolsky MA, Atkinson SA, MacDougall JD, Sale DG, Sutton JR. Physiological responses to caffeine during endurance running in habitual caffeine users. *Medicine and science in sports and exercise*. 1989; 21(4): 418.
19. Kovacs EM, Stegen JH, Brouns F. Effect of caffeinated drinks on substrate metabolism, caffeine excretion, and performance. *Journal of Applied Physiology*. 1998; 85(2): 709-15.
20. Vaiksaar S, Jürimäe J, Mäestu J, Purge P, Kalytka S, Shakhlina L, Jürimäe T. No effect of menstrual cycle phase and oral contraceptive use on endurance

performance in rowers. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*. 2011; 25(6): 1571.

21. Janse de Jonge XA, Thompson MW, Chuter VH, Silk LN, Thom JM. Exercise Performance over the Menstrual Cycle in Temperate and Hot, Humid Conditions. *Medicine and science in sports and exercise*. 2012; 44(11): 2190-8.