

EFEITO DA INGESTÃO DE CAFEÍNA SOBRE O DESEMPENHO NO TREINAMENTO DE FORÇA

Vitor Loureiro da Silva¹, Felipe Rosa Messias¹
 Nelo Eidy Zanchi², Mário Alves de Siqueira-Filho³
 Lucas Guimarães-Ferreira¹

RESUMO

A cafeína – uma 1,3,7 tri-metilxantina – é um dos suplementos mais utilizados no meio esportivo, exercendo ações em vários tecidos do organismo, tanto centrais quanto periféricos. Muitos estudos avaliaram os efeitos da ingestão de cafeína sobre o desempenho de atividades prolongadas, com predominância do metabolismo aeróbico. Em contrapartida, dados disponíveis na literatura sobre o impacto da ingestão de cafeína sobre o desempenho em atividades de alta intensidade e curta duração são ainda escassos e muitas vezes conflitantes. O presente trabalho compreende uma revisão sistemática sobre a ingestão de cafeína e seus efeitos o desempenho no treinamento de força, discutindo aspectos relevantes acerca de sua possível aplicação para otimização do rendimento em atividades esportivas de força e possíveis mecanismos de ação. Para a elaboração do trabalho foram selecionados artigos disponíveis no banco de dados Medline, que atendessem aos critérios de inclusão: estudos experimentais (grupos controle e experimental); utilização de delineamento cego ou duplo-cego; realização de ingestão aguda de cafeína ou bebidas contendo cafeína em dose conhecida; utilização de protocolo de exercícios de força dinâmica. A dose utilizada nos estudos varia de 179 mg até 6 mg/kg de massa corporal, o que representa cerca de 420 g para um indivíduo adulto. Os estudos analisados muitas vezes apresentam resultados ambíguos, o que pode se dever a diferenças metodológicas. De qualquer forma, alguns estudos demonstram efeito positivo da ingestão de cafeína sobre o desempenho de força dinâmica (força máxima e/ou número de repetições até a fadiga). Alguns estudos apontam para uma possível ação da cafeína sobre as respostas perceptivas, como na redução da percepção subjetiva do esforço, apesar de alguns estudos não corroborarem tal achado. Embora exista a necessidade da realização de mais estudos para comprovar a eficácia da ingestão de cafeína sobre o desempenho em exercícios de força, essa estratégia se mostra segura, não representando risco aos indivíduos.

Palavras-chave: Cafeína, Desempenho, Treinamento de força, Força dinâmica.

1-Departamento de Desportos, Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal do Espírito Santo.

ABSTRACT

Effect of caffeine ingestion on resistance training performance

Caffeine – 1,3,7 trimethylxanthine – is one of the most widely used as an ergogenic aid in sports scenario, with multiple actions on body, either central as peripheral. A great number of studies evaluated the effects of caffeine ingestion on endurance performance, with predominance of aerobic metabolism. However, data in scientific literature about the impact of caffeine ingestion on high intensity and short duration activities are scarce and equivocal. This study comprises a systematic review on effects of caffeine intake upon strength training, discussing relevant aspects concerning its possible application to optimize strength-related sports performance and putative mechanisms of action. Articles were selected from Medline database, with the follow inclusion criteria: experimental studies (with control and experimental groups); double blind design; acute caffeine ingestion in a known dosage; utilization of dynamic strength exercises. Caffeine dosage varied between studies in a range of 179 mg to 6/g/kg of body weight (which represents 420 g in a average adult). The analyzed studies often show ambiguous results, which may be due to methodological issues. Some studies demonstrate a positive effect of caffeine ingestion on dynamic strength performance (1 repetition maximum strength and/or number of repetitions to failure). Data pointed to a possible action of caffeine on perceptual responses, such as the rated perceived effort, despite some investigation do not corroborate this finding. Although more studies are necessary to clarify the efficacy of caffeine ingestion on strength performance, this strategy proves to be safe and do not represent risk to individuals.

Key words: Caffeine, Performance, Strength training, Dynamics strength.

2-Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Centro de Ciências da Saúde, Universidade do Extremo Sul Catarinense.

3-Departamento de Educação Física, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Maranhão.

INTRODUÇÃO

Os suplementos nutricionais vêm sendo utilizados em larga escala nos últimos anos tanto para melhoria do desempenho esportivo quanto para estética e saúde da população (NIH, 2000).

Substâncias ergogênicas podem atuar, por exemplo, no aumento da mobilização de substratos para os músculos ativos durante os exercícios físicos, aumento do anabolismo proteico, diminuição da percepção subjetiva de esforço e promovendo a reposição hidroeletrolítica adequada (Altimari e colaboradores, 2000). Assim, podem contribuir de forma significativa na melhoria do desempenho atlético (Clarkson, 1996).

A cafeína – uma 1,3,7 tri-metilxantina – é metabolizada no fígado a dimetilxantinas (paraxantina, teobromina e teofilina) e parece exercer ações em vários tecidos do organismo, tanto centrais quanto periféricos (Graham, 2001). No meio esportivo, sua ingestão aguda poderia atuar positivamente sobre o desempenho, ao protelar a fadiga (Davis e Green, 2009).

São bem documentados na literatura científica os efeitos ergogênicos da ingestão de cafeína no desempenho atlético, especialmente em exercício prolongado, de caráter predominantemente aeróbico. Costill e colaboradores (1978) examinaram os efeitos da ingestão de 330 mg de cafeína 1h antes de uma sessão de exercício em cicloergômetro a 80% do VO₂máx até a exaustão.

Os autores verificaram que indivíduos suplementados com cafeína apresentaram um aumento de 19,2% no tempo até a exaustão, quando comparados aos que ingeriram placebo.

Graham e Spriet (1991), por sua vez, corroboram estes achados e relataram que o grupo que ingeriu 9 mg/kg antes do exercício a 80% do VO₂máx apresentou um ganho de 42 a 51% no tempo até a exaustão.

Em contrapartida, dados disponíveis na literatura sobre o impacto da ingestão de cafeína sobre o desempenho em atividades de alta intensidade e curta duração são ainda escassos e muitas vezes conflitantes.

Por exemplo, Duncan e colaboradores (2011) investigaram os efeitos da ingestão de 5 mg de cafeína por kg de massa corporal sobre o desempenho de força no exercício supino. O grupo suplementado apresentou

uma capacidade aumentada de realizar repetições a 60% de 1 RM até a falha concêntrica, quando comparado ao grupo controle, além de menores níveis de percepção de fadiga e dor.

Por outro lado, Hendrix e colaboradores (2010) demonstraram que a ingestão de um suplemento contendo cafeína não foi eficaz em melhorar o desempenho em 1 RM nos exercícios supino e leg press, ou mesmo no tempo até a exaustão em exercício no cicloergômetro em alta intensidade (80% do VO₂máx).

A cafeína tem sido bastante utilizada por atletas de forma aguda antes da competição, principalmente com objetivo de adiar a fadiga muscular e em consequência melhorar o desempenho (Braga e colaboradores, 2000).

Altimari e colaboradores (2006) reforçam que alguns fatores como a genética, a dieta, o uso de alguma droga, o gênero, a massa corporal, o estado de hidratação, o tipo de exercícios físico praticado e o consumo habitual de cafeína, podem afetar seu metabolismo e, conseqüentemente, influenciar na quantidade urinária total excretada.

Os efeitos centrais da cafeína parecem envolver o antagonismo aos receptores de adenosina no sistema nervoso central (SNC). As ações da adenosina compreendem o aumento da percepção dolorosa, indução do sono e redução da atividade locomotora espontânea (Sawynok, 1998).

Desta forma, sugere-se que os efeitos ergogênicos da cafeína no desempenho anaeróbico se devem, em grande parte, a estes efeitos sobre o SNC (Davis e Green, 2009).

Foi demonstrado que a cafeína atua como um inibidor não seletivo da adenosina, atravessando facilmente a barreira hematoencefálica por difusão simples e ligando-se com maior afinidade aos receptores de adenosina A1 e A2a (McCall e colaboradores, 1982).

Ao inibir a sensação dolorosa, a cafeína poderia manter a taxa de disparo das unidades motoras nos músculos ativos e atrasar, assim, o desenvolvimento da fadiga.

Outros efeitos atribuídos à cafeína e que podem contribuir com o desempenho em atividades de alta intensidade incluem o estímulo sobre a liberação sarcoplasmática de

cálcio, a atenuação da saída de K⁺ das células musculares e o aumento da atividade da Na⁺-K⁺ ATPase (Lindinger e colaboradores, 1996).

A abordagem do efeito da cafeína em diferentes tipos de exercícios é muito ampla na literatura (Sinclair e Geiger, 2000; Davis e Green, 2009).

A relação dosagem-estímulo mostra-se importante. A dosagem indicada compreende aproximadamente 5 mg/kg de massa corporal em exercícios de endurance e de 3 a 6 mg/kg para atividades anaeróbicas (Sinclair e Geiger, 2000; Davis e Green, 2009).

A super-dosagem não parece exercer efeitos ergogênicos adicionais, mas pode trazer efeitos colaterais que prejudicariam o desempenho (Altimari e colaboradores, 2001).

Uma vez que os dados disponíveis na literatura são controversos quanto aos efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho em atividades de alta-intensidade, em especial o treinamento de força, o presente estudo faz uma revisão sistemática sobre os efeitos da ingestão aguda de cafeína sobre o desempenho em protocolos de treinamento de força muscular. Discute, ainda, os possíveis mecanismos de ação da cafeína em relação ao desempenho de força.

MATERIAIS E MÉTODOS

Tipo de pesquisa

Para a realização do presente trabalho utilizou-se o método de revisão sistemática, método de pesquisa que utiliza dados da literatura científica sobre um tema específico, disponibilizando um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, através da aplicação de métodos sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese das informações (Sampaio e Mancini, 2007).

Sistema de busca dos artigos

Para a seleção dos artigos, utilizou-se as bases de dados Medline, através da combinação dos seguintes termos de busca: "caffeine", "energy drinks", "resistance training", "strength training", "muscular endurance", "repetition maximum" e "repetitions to failure". Artigos adicionais puderam ser obtidos através da lista de

referências dos artigos resultantes da busca no banco de dados.

Critérios de inclusão dos artigos

Os critérios de inclusão dos trabalhos foram: estudos experimentais (grupos controle e experimental); utilização de delineamento cego ou duplo-cego; realização de ingestão aguda de cafeína ou bebidas contendo cafeína em dose conhecida; utilização de protocolo de exercícios de força dinâmica. Ao final do processo, foram utilizados 11 artigos que atenderam os critérios de inclusão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos estudos que avaliaram os efeitos da ingestão de cafeína sobre o desempenho em protocolos de treinamento de força dinâmica máxima e/ou repetições realizadas até a fadiga.

Conforme observado na tabela 1, os resultados acerca dos efeitos da ingestão de cafeína sobre o desempenho em exercício de força dinâmica são ambíguos.

Alguns estudos relatam efeitos positivos, como o de Goldstein e colaboradores (2010) que relata um aumento da carga de 1RM no supino na condição cafeína (6 mg/kg), apesar de não verificarem aumento no número de repetições até a fadiga a 60% de 1RM.

De forma similar, Green e colaboradores (2007) não encontraram efeito da cafeína (6 mg/kg) sobre o número de repetições até a fadiga.

Em contrapartida, Hudson e colaboradores (2008) verificaram que a ingestão de cafeína (6 mg/kg com 10 mg/kg de aspirina) resultou em maior número de repetições na primeira série de extensão de joelhos, assim como Duncan e Oxford (2012), que relatam aumento no número de repetições até a fadiga em 60% de 1RM após a ingestão de cafeína (5 mg/kg).

As discrepâncias observadas entre os estudos pode se dever a diferenças metodológicas como gênero, dosagem, intensidade, exercícios (por exemplo: membros superiores x membros inferiores), tempo de treinamento dos voluntários ou combinação com outra substância (por exemplo: aspirina, efedrina ou taurina).

Estudos sugerem que a cafeína poderia atuar diretamente no músculo esquelético, reduzindo a fadiga periférica.

Dentre estes efeitos, apontamos: estímulo da liberação sarcoplasmática de cálcio, atenuação da perda de K⁺ das células musculares, aumento da atividade da Na⁺-K⁺ ATPase e inibição da enzima fosfodiesterase. Este último estaria mais relacionado com as

ações da cafeína sobre o desempenho em atividades de longa duração, uma vez que o aumento dos níveis de adenosina monofosfato cíclico (AMPc) em resposta à inibição da fosfodiesterase resulta no estímulo da lipase sensível à hormônios (LSH), lipólise aumentada e, conseqüentemente, aumento dos níveis de ácidos graxos livres (Spriet, 1995; Paluska, 2003).

Tabela 1 - Apresentação sumaria dos estudos

Estudo	População	Dosagem	Resultados
Jacobs, Pasternak e Bell (2003)	13 homens treinados	4 mg/kg	↔ repetições até a fadiga no supino e <i>leg press</i>
Beck e colaboradores (2006)	13 homens treinados	201 mg	↑ 1RM no supino, ↔ 1RM no <i>leg press</i> , - repetições até a fadiga
Green e colaboradores (2007)	13 homens e 4 mulheres treinadas	6 mg/kg	↔ repetições até a fadiga no supino e <i>leg press</i>
Hudson e colaboradores (2008)	15 homens treinados	6 mg/kg	↑ repetições até a fadiga na extensão de joelhos e flexão de cotovelo
Astorino, Rohmann e Firth (2008)	22 homens treinados	6 mg/kg	↔ 1RM e repetições até a fadiga no supino e <i>leg press</i> , ↔ percepção subjetiva de esforço
Williams e colaboradores (2008)	9 homens treinados	300 mg	↔ 1RM e repetições até a fadiga no supino e "puxador alto"
Goldstein e colaboradores (2010)	15 mulheres treinadas	6 mg/kg	↑ 1RM e ↔ repetições até a fadiga a 60% 1RM no supino
Astorino e colaboradores (2011a)	14 homens treinados	6 mg/kg	↑ repetições até a fadiga a 70-80% 1RM no <i>leg press</i> e ↔ no supino, desenvolvimento, remada bilateral e supino.
Duncan e Oxford (2011)	13 homens treinados	5 mg/kg	↑ repetições até a fadiga a 60% 1RM no supino, ↑ vigor, ↓ percepção de fadiga, ↔ percepção subjetiva de esforço.
Duncan e Oxford (2012)	18 homens treinados	5 mg/kg	↑ repetições até a fadiga a 60% 1RM no supino; ↓ percepção de dor muscular
Duncan e colaboradores (2012)	13 homens treinados	179 mg	↑ repetições até a fadiga a 60% 1RM no supino, levantamento terra, remada e agachamento, ↓ percepção subjetiva do esforço

Estudos *in vitro* demonstram que a cafeína promove um aumento da liberação de cálcio pelo retículo sarcoplasmático (Weber e Herz, 1968; Rousseau e colaboradores, 1988).

A liberação de cálcio é fundamental para a contração muscular e durante períodos de repetidas contrações intensas, este estímulo poderia ser benéfico na melhoria do desempenho.

Entretanto, este efeito *in vivo* é questionado, uma vez que são necessárias doses supra-fisiológicas de cafeína, superiores às utilizadas nos estudos que relatam melhoria de desempenho 3-9 mg/kg de massa corporal (Sinclair e Geiger, 2000; Davis e Green, 2009).

Dentre os potenciais mecanismos envolvidos com a fadiga durante exercícios de alta intensidade, o acúmulo de K⁺ extracelular com conseqüente despolarização do sarcolema é apontado como de fundamental

importância no desenvolvimento da fadiga (Renaud, 2002).

Durante exercício dinâmico de alta intensidade verifica-se perda de K⁺ pela célula muscular. Esse acúmulo no espaço extracelular está envolvido na despolarização da membrana do sarcolema, resultando na redução da excitabilidade e força tetânica muscular (Sejersted e Sjogaard, 2000).

Durante exercício intenso há aumento dos níveis de K⁺ extracelular de 4 a 10 mM (Nielsen e colaboradores, 2004). É possível que a ação da cafeína, ao estimular a Na⁺/K⁺-ATPase e atenuar a perda de K⁺, seja relacionada à melhoria de desempenho em atividade contrátil de alta intensidade, conforme demonstrado por alguns trabalhos anteriores (Macintosh e Wright, 1995; Lidinger e colaboradores, 1993; Hawks e colaboradores, 1999). Entretanto, os trabalhos

de Crowe e colaboradores (2006) e Greer e colaboradores (1998) falharam em demonstrar efeito da cafeína sobre a atenuação da perda de K⁺ durante o exercício de alta intensidade.

Estudos adicionais se fazem necessários para elucidar esta questão. Também merece destaque a possível relação entre cafeína e sua ação específica por tipos de fibras musculares, uma vez que em músculos com predominância de fibras tipo I a ação ergogênica da cafeína parece ser mais pronunciada (Tallis e colaboradores, 2012).

Outro mecanismo que poderia explicar, ao menos em parte, as ações da cafeína sobre o desempenho de força é a modulação das respostas perceptivas ao exercício.

Entretanto, os efeitos da ingestão de cafeína sobre a percepção subjetiva de esforço (PSE) são controversos, principalmente no que se refere a exercícios de alta intensidade.

Em um estudo de meta-análise, Doherty e Smith (2005) demonstraram que a ingestão de cafeína promoveu uma redução de 5.6% na PSE.

Este autor, através de análise de regressão revelou que 29% do efeito ergogênico da cafeína parece se dever a sua ação sobre a PSE. Estudos experimentais corroboram tal achado (Doherty e colaboradores, 2002; 2004; Crowe e colaboradores, 2006) apesar de outros terem falhado em comprovar tais efeitos em exercícios de alta intensidade (Schneiker e colaboradores, 2006; Green e colaboradores, 2007; Hudson e colaboradores, 2008; Duncan e Oxford, 2011).

Alguns dados também apontam para um possível efeito analgésico da cafeína, o que poderia atuar de forma benéfica, uma vez que a sensação dolorosa está relacionada à redução do desempenho físico (Astorino e colaboradores, 2011b).

CONCLUSÃO

A ingestão de cafeína antes de uma sessão de treinamento de força tem sido avaliada como estratégia de melhoria do desempenho.

Estudos a esse respeito são, entretanto, escassos e apresentam resultados contraditórios. Isso pode se dever a diferenças metodológicas entre os estudos, tais como

gênero, intensidade, dosagem, tipos de exercícios e combinação com outras substâncias.

As doses mais utilizadas variam de 200 mg até 6 mg/kg de massa corporal, o que pode representar cerca de 420 g para um indivíduo adulto.

Alguns estudos apontam para uma possível ação da cafeína sobre as respostas perceptivas durante o exercício, como na redução da percepção subjetiva do esforço, apesar de alguns estudos não corroborarem tal achado.

Embora exista a necessidade da realização de mais estudos para comprovar a eficácia da ingestão de cafeína sobre o desempenho em exercícios de força, essa estratégia mostra-se segura, uma vez que não apresenta potenciais riscos aos indivíduos.

REFERÊNCIAS

- 1-Altamari, L. R.; Cyrino, E. S.; Zucas, S. M.; Burini, R. C. Efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho físico. *Revista Paulista de Educação Física*. Vol. 14. Num. 2. 2000. p.141-158.
- 2-Altamari, L. R.; Cyrino, E. S.; Zucas, S. M.; Okano, A. H.; Burini, R. C. Cafeína: Ergogênico Nutricional no Esporte. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Vol. 9. Num. 3. 2001. p.57-64.
- 3-Altamari, L. R.; Moraes, A. C.; Tirapegui, J.; Moreau, R. L. M. Cafeína e performance em exercícios anaeróbicos. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*. Vol. 42. Num. 1. 2006. p.17-27.
- 4-Astorino, T. A.; Martin, B. J.; Schachtsiek, L.; Wong, K.; Ng, K. Minimal effect of acute caffeine ingestion on intense resistance training performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 25. Num. 6. 2011a. p.1752-1758.
- 5-Astorino, T. A.; Rohmann, R. L.; Firth, K. Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximum muscular strength. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 102. Num. 2. 2008. p.127-132.

- 6-Astorino, T. A.; Terzi, M. N.; Roberson, D. W.; Burnett, T. R. Effect of caffeine intake on pain perception during high-intensity exercise. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism*. Vol. 21. Num. 1. 2011b. p.27-32.
- 7-Beck, T. W.; Housh T. J.; Schimidt, R. J.; Johnson G. O.; Housh, D. J.; Coburn, J. W.; Malek, M. H. The acute effects of a caffeine-containing supplement on strength, muscular endurance, and anaerobic capabilities. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 20. Num. 3. 2006. p.506-510.
- 8-Braga, L. C.; Alves, M. P. A cafeína como recurso ergogênico nos exercícios de endurance. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Vol. 8. Num. 3. 2000. p.33-37.
- 9-Clarkson, P. M. Nutrition for improved sports performance. *Current issues on ergogenic aids*. *Sports Medicine*. Vol. 21. Num. 6. 1996. p.393-401.
- 10-Costill, D. L., Dalsky, G. P.; Fink, W. J. Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 10. Num. 3. 1978. p.155-158.
- 11-Crowe, M. J.; Leicht, A. S.; Spinks, W. L. Physiological and cognitive responses to caffeine during repeated, high-intensity exercise. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism*. Vol. 16. Num. 5. 2006. p.528-544.
- 12-Davis, J. K.; Green, J. M. Caffeine and Anaerobic Performance: Ergogenic Value and Mechanisms of Action. *Sports Medicine*. Vol. 39. Num. 10. 2009. p.813-832.
- 13-Doherty, M.; Smith, P. M. Effects of caffeine ingestion on rating of perceived exertion during and after exercise: a meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Vol.15, Num.2, 2005, p.69-78.
- 14-Duncan, M. J.; Stanley, M.; Parkhouse, N.; Smith, M.; Cook, K. Acute caffeine ingestion enhances strength performance, perceived exertion and muscle pain perception during resistance exercise. *European Journal of Sports Science*. Vol. 52. Num. 3. 2012. p.280-285.
- 15-Duncan, M. J.; Oxford, S. W. Acute caffeine ingestion enhances performance and dampens muscle pain following resistance exercise to failure. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Vol. 52. Num. 3. 2012. p.280-285.
- 16-Duncan, M. J.; Oxford, S. W. The effect of caffeine ingestion on mood state and bench press performance to failure. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 25. Num. 1. 2011. p178-185.
- 17-Goldstein, E.; Jacobs, P. L.; Whitehurst, M.; Penhollow, T.; Antonio, J. Caffeine enhances upper body strength in resistance trained women. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 7. 2010. p.18.
- 18-Graham, T. E. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. *Sports Medicine*. Vol. 31. Num. 11. 2001. p.785-807.
- 19-Graham, T. E.; Spriet, L. L. Performance and metabolic responses to a high caffeine dose during prolonged exercise. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 71. Num. 6. 1991. p.2292-2298.
- 20-Green, J. M.; Wickwire, J. P.; Mclester, J. R. Effects of caffeine on repetitions to failure and ratings of perceived exertion during resistance training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol. 2. Num. 3. 2007. p.250-259.
- 21-Greer, F.; Mclean, C.; Graham, T. E. Caffeine, performance and metabolism during repeated Wingate exercise test. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 85. Num. 4. 1998. p.1502-1508.
- 22-Hawks, T. J.; Willmets, R. G.; Lindinger, M. I. K⁺ transport in resting hind-limb skeletal muscle in response to paraxanthine, a caffeine metabolite. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. Vol. 77. Num. 11. 1999. p.835-843.
- 23-Hendrix, C. R.; Housh, T. J.; Mielke, M.; Zuniga, J. M.; Camic, C. L.; Jhonson, G. O.; Schmidt, R. J.; Housh, D. J. Acute effects of a caffeine-containing supplement on bench press and leg extension strength and time to

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

exhaustion during cycle ergometry. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 24. Num. 3. 2010. 859-865.

24-Hudson, G. M.; Green, J. M.; Bishop, P. A.; Richardson, M. T. Effects of caffeine and aspirin on light resistance training performance, perceived exertion, and pain perception. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 22. Num. 6. 2008. p.1950-1957.

25-Jacobs, I.; Pasternak, H.; Bell, D. G. Effects of ephedrine, caffeine, and their combination on muscular endurance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 35. Num. 6. 2003. p.987-994.

26-Lindinger, M. I.; Williams, R. G.; Hawke, T. J. Stimulation of Na⁺, K⁺ pump activity in skeletal muscle by methylxanthines: evidence and proposed mechanisms. *Acta Physiologica Scandinavica*. Vol. 156. Num. 3. 1996. p.347-353.

27-Macintosh, B. R.; Wright, B. M. Caffeine ingestion and performance of a 1,500-metre swim. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. Vol. 20. Num. 2. 1995. p.168-177.

28-McCall, A. L.; Millington, W. R.; Wurtman, R. J. Blood-brain barrier transport of caffeine: dose-related restriction of adenine transport. *Life Sciences*. Vol. 31. Num. 24. 1982. p.2709-2715.

29-National Institute of Health (NIH) – Office of Dietary Supplements. National Institutes of Health Workshop on the Role of Dietary Supplements for Physically Active People. Bethesda, Maryland, USA. June 3-4, 1996. Proceedings. *American Journal Clinical Nutrition*. Vol. 72. Num. 2. Suppl. 2000. p.S503-S674.

30-Nielsen, J. J.; Mohr, M.; Klarskov, C.; Kristensen, M.; Krstrup, P.; Juel, C.; Bangsbo, J. Effects of high-intensity intermittent training on potassium kinetics and performance in human skeletal muscle. *Journal of Physiology*. Vol. 554. Num. 3. 2004. p.857-870.

31-Paluska, S. A. Caffeine and exercise. *Current Sports Medicine Reports*. Vol. 2. Num. 4. 2003. p.213-219.

32-Renaud, J. M. Modulation of force development by Na⁺, K⁺, Na⁺ K⁺ pump, and KATP channel during muscular activity. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. Vol. 27. Num. 3. 2002. p.296-315.

33-Rousseau, E.; Ladine, J.; Liu, Q. Y. Activation of the Ca²⁺ release channel of skeletal muscle sarcoplasmic reticulum by caffeine and related compounds. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. Vol. 267. Num. 1. 1988. p.75-86.

34-Sampaio, R. F.; Mancini, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. Vol. 11. Num. 1. 2007. p. 83-89.

35-Sawynok, J. Adenosine receptor activation and nociception. *European Journal of Pharmacology*. Vol. 347. Num. 1. 1998. p.1-11.

36-Schineiker, K. T.; Bishop, D.; Dawson, B. Effects of caffeine on prolonged intermittent-sprint ability in team sport athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 38. Num. 3. 2006. p.578-585.

37-Sejesterd, O. M.; Sjogaard, G. Dynamics and consequences of potassium shifts in skeletal muscle and heart during exercise. *Physiology Reviews*. Vol. 80. Num. 4. 2000. p.1411-1481.

38-Sinclair, C. J.; Geiger, J. D. Caffeine use in sports. A pharmacological review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Vol. 40. Num. 1. 2000. p.71-79.

39-Spriet, L. L. Caffeine and performance. *International Journal of Sport Nutrition*. Vol. 5. 1995. S84-S99.

40-Tallis, J.; James, R. S.; Cox, V. M.; Duncan, M.J. The effect of physiological concentrations of caffeine on the power output of maximally and submaximally stimulated mouse EDL (fast) and soleus (slow) muscle. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 112. Num. 1. 2012. p.64-71.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

41-Weber, A.; Herz, R. The relationship between caffeine contracture of intact muscle and the effect of caffeine on reticulum. The Journal of General Physiology. Vol. 52. Num. 5. 1968. p.750-759.

42-Williams, A. D.; Cribb, P. J.; Cooke, M. B.; Hayes, A. The effect of ephedra and caffeine on maximal strength and power in resistance-trained athletes. Journal of Strength and Conditioning Research. Vol. 22. Num. 2. 2008. p.464-470.

E-mail:
lucas.ferreira@ufes.br

Endereço para correspondência:
Lucas Guimarães-Ferreira
Av. Fernando Ferrari, 514, Campus
Universitário, Goiabeiras, Vitória/ES.
CEP: 29075810.

Recebido para publicação 20/08/2013
Aceito em 23/10/2013