

INGESTÃO DE CAFEÍNA COMO RECURSO ERGOGÊNICO NA MELHORA DA POTÊNCIA ANAERÓBIA

CAFFEINE INTAKE AS A RESOURCE ERGOGENIC IMPROVEMENT IN POWER ANAEROBIC

Marco Aurélio Fragnan Fernandes
Bianca Trovello Ramallo
Luis Felipe Tubagi Polito

Complexo Educacional Faculdades
Metropolitanas Unidas (FMU)

E-mail: marco009259@gmail.com

RESUMO

Introdução: A cafeína está presente em vários produtos consumidos diariamente incluindo guaraná, mate, chocolate, café, alguns refrigerantes, chá e alguns medicamentos. Com o objetivo de amenizar a fadiga e prolongar o exercício físico, a cafeína tem sido apontada e utilizada como um recurso ergogênico nutricional capaz de promover tal ação. **Objetivo:** Discutir os efeitos da cafeína no desempenho da potência anaeróbia. **Método:** Trabalho de revisão de literatura tendo como fonte de pesquisa artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais. Foram excluídos artigos relacionando a ingestão de cafeína com exercícios aeróbios (baixa intensidade e longa duração). **Discussão:** Embora estudos mais recentes sobre o assunto demonstrarem que a ingestão de 6mg de cafeína por quilograma de massa corporal total (6mg/Kg) melhore o aumento do desempenho em esportes de características anaeróbias devido ao aumento da força juntamente com uma melhor resistência a fadiga muscular. **Conclusão:** Ainda não são claros os efeitos e os mecanismos de ação da cafeína, sugere-se que essa melhora está mais relacionada à ação da cafeína no Sistema Nervoso Central (SNC) que pela sua ação periférica.

Palavras-chave: cafeína, ergogênico, lipólise, exercício físico, *performance*

ABSTRACT

Introduction: Caffeine is present in many products consumed daily including guarana, mate, chocolate, coffee, some soft drinks, tea and some medications. In order to alleviate fatigue and prolong physical exercise, caffeine has been singled out and used as a nutritional ergogenic aid able to promote such action. **Objective:** To discuss the effects of caffeine on performance of anaerobic power. **Method:** Working with literature review having as a source of research articles published in

national and international journals. Articles were excluded linking caffeine intake with aerobic exercise (low intensity and long duration). **Discussion:** Although more recent studies on the subject show that the intake of 6mg of caffeine per kilogram of total body mass (6mg/kg) improves the performance increase in sports anaerobic characteristics due to the increasing strength along with improved resistance to fatigue muscle. **Conclusion:** are still not clear the effects and mechanisms of action of caffeine, it is suggested that this improvement is more related to caffeine action in the Central Nervous System (CNS) which by its peripheral action.

Key words: caffeine, ergogenic, lipolysis, physical exercise, performance

1. INTRODUÇÃO

Com o objetivo de tamponar a percepção subjetiva do esforço, amenizando a fadiga e prolongando o exercício físico¹, tanto os aeróbios (baixa intensidade e longa duração) como os anaeróbios (alta intensidade e curta duração), a cafeína, principalmente com sua utilização indiscriminada por parte de atletas no início de 1980, tem sido apontada como um recurso ergogênico nutricional adequado. No entanto, estudos sobre o assunto ainda são controversos a respeito da melhora ou não do desempenho da potência de atletas em diferentes exercícios físicos, assim como seus efeitos colaterais em curto prazo, como estados de humor, alteração da frequência cardíaca e pressão arterial.

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi discutir os efeitos da cafeína no desempenho da potência anaeróbia.

Foi realizada uma revisão de literatura nas plataformas Pubmed, Scielo e Lilacs, tendo como fonte de pesquisa artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais entre os anos 2000 e 2015. Como critérios de inclusão neste trabalho, foram selecionados artigos que investigaram o efeito da ingestão de cafeína em exercícios com predominância do metabolismo anaeróbio, desde que em modalidade de esportes cíclicos. Além disso, foram excluídos artigos que apenas investigaram o efeito da ingestão de cafeína em exercícios de força muscular ou de apenas um segmento corporal ou artigos relacionando a ingestão de cafeína com exercícios aeróbios (baixa intensidade e longa duração). Ao fim do processo de seleção, dezessete artigos foram examinados nesta revisão.

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

2.1 Cafeína

A cafeína é um derivado da xantina (1, 3, 7-trimetilxantina), quimicamente relacionada com outras xantinas: teofilina (1, 3-dimetilxantina) e teobromina (3, 7-dimetilxantina). Estas são diferenciadas pelas ações sobre o Sistema Nervoso Central (SNC)². Essa substância está presente em vários produtos consumidos diariamente como guaraná, mate, chocolate, café, alguns refrigerantes, chá³ e também em alguns medicamentos⁴ (Tabela1).

Tabela 1. Conteúdo de cafeína em alimentos populares, bebidas, refrigerantes e energéticos.

Bebida	Cafeína (mg)
Café de máquina (150ml)	110-150
Chá (infusão de cinco minutos)	20-50
Coca-cola (350ml)	46
Chocolate ao leite (28g)	6
Red Bull	80

Fonte: Adaptado de Altimari *et al.*, 2001

Após os Jogos Olímpicos de Los Angeles (1984), o Comitê Olímpico Internacional (COI) fixou o valor limítrofe para 12µg/ml de cafeína na urina para caso de configuração de *dopping* positivo. Até o final de 2003 a cafeína fazia parte da lista de substâncias proibidas pela Agência Mundial Anti-*Dopping* (WADA) na classe de estimulantes, mantendo o mesmo valor limítrofe para 12µg/mL de cafeína na urina. A partir de 2004 a cafeína foi incluída em um programa de monitoramento da WADA, não sendo mais considerada substância proibida até os dias atuais. Mesmo não sendo uma substância proibida pela WADA, após ser retirada da lista de substâncias proibidas, não foi observado um aumento significativo no consumo dessa substância no meio esportivo⁵.

A investigação dos efeitos ergogênicos da cafeína sobre a *performance* em exercícios de alta intensidade e curta duração como força, velocidade e potência⁶⁻⁷⁻⁸ são escassos, além disso, não há conclusões definitivas devido aos resultados controversos encontrados até o momento^{9,10,11,12,13}.

2.2 Absorção e Excreção

A cafeína é uma substância lipossolúvel sendo rapidamente absorvida pelo sistema digestório após sua ingestão, alcançando sua concentração máxima entre 15 e 120

minutos¹⁴. Após sua metabolização, seu transporte é feito via corrente sanguínea, podendo atingir todos os tecidos¹⁵.

Quando excretada pela urina, somente uma pequena parte do total ingerido é encontrada (0,5 a 3%) sem alterações em sua estrutura química. Fatores como sexo, massa corporal total, condições ambientais, estado de hidratação, e o tempo decorrido entre a ingestão e a coleta das amostras, podem alterar os resultados dos exames¹⁵.

2.3 Mecanismos de ação

Existem pelo menos três teorias que podem tentar explicar o efeito ergogênico da cafeína durante o exercício físico: (1) efeito direto da cafeína sobre o SNC, uma vez que essa substância é capaz de ultrapassar a barreira hemato-cefálica, tendo sua ação como receptor antagônico de adenosina. A adenosina está presente em todas as células, porém, para a melhora do desempenho, a ação da cafeína como receptor antagônico de adenosina parece estar localizado no SNC¹⁶. A maior parte dos seus efeitos biológicos da cafeína ocorre como antagonista de todos os tipos de receptores de adenosina (RAs): A1, A2A, A2B e A3, exercendo efeitos nos neurónios e células gliais de todas as áreas cerebrais, podendo inibir o receptor A1 ou melhorar a comunicação neuronal com o receptor A2¹⁷. As manipulações de RAs influenciam o sono, a excitação, a cognição e memória, dano neuronal e degeneração, bem como a maturação neural. Por outro lado, os antagonistas dos RAs parecem ter menos efeitos secundários como é o caso dos antagonistas não seletivos como a teofilina (presente no chá) ou cafeína (abundante no café e chá)¹. Atuando como um neuromodulador endógeno, a cafeína altera a percepção de esforço e dor pelo aumento da excitabilidade do SNC, evidenciando que o efeito da ingestão de cafeína está relacionado a aspectos centrais¹⁶. Quando o objetivo é produzir potência máxima são aspectos importantes o aumento no percentual de ativação de unidades motoras, bem como da frequência de disparo de unidades motoras. Foi observado um aumento de unidades motoras recrutadas mas sem diferença significativa que, independente da substância ingerida, o recrutamento das unidades motoras foi superior a 94%^{18,19}, contudo, a ingestão de cafeína não aumentou a taxa de disparo de unidades motoras^{18,19}, (2) efeito direto da cafeína sobre co-produtos do músculo esquelético, incluindo alteração de íons (sódio e potássio); inibição da fosfodiesterase, (possibilitando um aumento na concentração de adenosinamonomofosfato cíclica - (AMPC)), o que acarreta aumento da lipólise; aumento da liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático para o sarcoplasma e inibição da receptação de cálcio pelo retículo sarcoplasmático, aumentando a concentração e tornando o cálcio mais disponível para a potencialização da contração muscular¹⁵; (3) aumento na oxidação das gorduras e redução na oxidação de carboidratos (CHO). A adenosina ao interagir com o receptor A1 inibi a

enzima fosfodiesterase resultando na redução de AMPc, conseqüentemente aumentando sua ação, ativando a lipase sensível, promovendo a lipólise^{20,21,22,23}. Quanto maior a concentração de AMPc intracelular, maior a lipólise²³. Disponibilizando maior quantia de ácidos graxos livres (AGL) e contribuindo para maior oxidação dos lipídeos, a cafeína atua como um poupador de CHO, podendo reduzir a fadiga muscular, melhorando o rendimento em exercícios físicos^{23,24}.

Acredita-se que, principalmente por meio das paraxantinas, a cafeína gere um aumento na mobilização dos ácidos graxos livres dos tecidos e/ou nos estoques intramusculares^{25,26}, ou indiretamente pela estimulação da liberação da adrenalina pelas glândulas supra-renais^{25,26}.

2.4 Força e suas manifestações

Força é um dos conceitos fundamentais da Física. Relacionado com as três leis de Newton, é uma grandeza que tem a capacidade de vencer a inércia de um corpo, modificando sua velocidade (seja na sua magnitude ou direção). No corpo humano é a superação de uma dada resistência pela contração muscular²⁷.

A potência é uma manifestação de força muscular, que geralmente é denominada de força rápida ou explosiva e seu fator determinante é a velocidade com que se consegue vencer uma determinada resistência em um tempo pré-determinado²⁸.

A potência, associada às fontes energéticas anaeróbias, em combinação com um alto padrão de movimentos técnicos e de coordenação é um dos componentes mais importantes do desempenho esportivo nos seus mais diversos âmbitos e contextos²⁷.

Poucos estudos tem procurado investigar os efeitos ergogênicos da cafeína e o aumento do desempenho em exercícios físicos de alta intensidade e curta duração (força, velocidade e potência), sendo que os resultados encontrados até o momento são bastante controversos, dificultando conclusões mais definitivas sobre o assunto.

As doses administradas, os protocolos, entre outros, são fatores que não respeitam uma padronização e dificultam a metodologia de pesquisa. Alguns resultados dos estudos que procuraram investigar os possíveis efeitos da cafeína sobre o aumento do desempenho em esportes de alta intensidade e curta duração são apresentados na Tabela 2²⁹.

Tabela 2. Efeito ergogênico da cafeína sobre o aumento do desempenho em exercícios físicos anaeróbios.

Investigadores	Nº	Sexo	População	Dose	Tipo de teste	Efeito	Comentários
Collomp <i>et al.</i> (1990)	7	M	Não-treinados	250 mg	Cicloergômetro a 100% do VO ₂ máx	↔	↔ resistência
Collomp <i>et al.</i> (1991)	6	3 M 3 F	Não-treinados	3mg/kg	Wingate (30s)	↔	↔ potência-pico e no trabalho total
Collomp <i>et al.</i> (1992)	14	M	7 não-treinados 7 treinados	250 mg	2 tiros de 100 metros com 20 min de intervalo (natação) Wingate	↑	↓ tempo de nado
Greer <i>et al.</i> (1998)	9	M	Não-treinados	6 mg/kg	(4x30s) com 4 min de intervalo 2 sprints de 2 min em cicloergômetro	↔	↔ potência anaeróbia máxima
Jackman <i>et al.</i> (1996)	14	11 M 3 F	Não-treinados e treinados	6 mg/kg	com intervalos de 6 min + teste máx. até a exaustão	↑	↑ tempo de exaustão
Paton <i>et al.</i> (2001)	16	M	Treinados	6 mg/kg	10 sprints de 10s com 10s de intervalo	↔	↔ tempo para completar 10 sprints
Vankoski <i>et al.</i> (1998)	7	M	Treinados	7 mg/kg	3 sprints de 1 min em cicloergômetro com 5 min de intervalo	↔	↔ velocidade (rpm), manutenção da velocidade (rpm) e no trabalho total
Williams <i>et al.</i> (1988)	9	M	Não-treinados	7 mg/kg	Wingate (15s)	↔	↔ tempo de alcance da potência pico e no trabalho total
Wyss <i>et al.</i> (1986)	6	M	Não-treinados	30, 200 e 300mg	Wingate (30s)	↑	↑ potência e capacidade anaeróbia após a ingestão de 300mg

Fonte: Adaptado de Altimari *et al.* (2006)

2.5 Discussão

Estudos como Jackman¹¹ tem mostrado o aumento da força muscular acompanhado de maior tempo de resistência a fadiga após a ingestão de cafeína após submeter dois grupos de indivíduos treinados e não treinados a dois *sprints* de 2 minutos a 100% do VO₂máx separados por seis minutos, seguido por um teste máximo até a exaustão voluntária em cicloergômetro, concluiu que a ingestão de cafeína (6mg/Kg) pode resultar em aumento da resistência à fadiga muscular em exercícios físicos intensos em até 5 minutos.

Collomp²³ realizou um estudo em campo que demonstrou redução significativa no tempo de nado nos 100 metros livres após a ingestão de 250mg de cafeína em indivíduos do sexo masculino, treinados e não-treinados.

Em um estudo com dosagens de 30, 200 e 300mg de cafeína, foi observado um aumento significativo na potência e na capacidade anaeróbia (6,0% e 15,7%, respectivamente) somente após a administração de 300mg em homens não-treinados no teste de Wingate de 30 segundos¹³.

Esses resultados demonstram que a melhora do desempenho físico pode estar relacionada a possível ação ergogênica da cafeína sobre a capacidade anaeróbia.

No entanto, a ação responsável pelo aumento da força com a ingestão de cafeína não está totalmente clara, sugere-se que isso ocorra preferencialmente pela ação direta da cafeína no SNC do que pela sua ação periférica¹⁵.

Por outro lado, Collomp⁹ suplementando indivíduos não-treinados não encontraram alterações significativas no pico da potência e no trabalho total em teste de Wingate de 30 segundos, o que corrobora com o estudo de Willinas, que não constatou aumento no tempo de alcance da potência de pico e no trabalho total em estudo de Wingate de 15 segundos com indivíduos não-treinados e suplementados com 7mg/kg de peso corporal¹².

Greer¹⁰ não encontrou qualquer efeito ergogênico que pudesse ser atribuído ao uso de cafeína na potência máxima em exercícios anaeróbios. De forma similar, Collomp³¹ não encontraram aumento significante na resistência em cicloergômetro a 100% do VO₂ máximo com ingestão de 250mg de cafeína em homens não-treinados.

Vanakoski³² e Paton³³ não constataram melhora na manutenção da velocidade, no trabalho total e na melhora do tempo para completar os *sprints*. Ambos testes forma realizados por indivíduos treinados e suplementados com 7mg e 6mg/kg, respectivamente.

Tabela 3. Efeito ergogênico da cafeína sobre o aumento do desempenho em exercícios físicos anaeróbios, estudos recentes.

Investigadores	Nº	Sexo	População	Dose	Tipo de teste	Efeito	Comentários
Cardoso <i>et al</i> (2013)	17	M	Não-Treinados	6mg/kg	200m rasos	↑	↓ tempo no 200m
Carneiro <i>et al</i> (2013)	10	M	Treinados	6mg/kg	1k contra relógio	↔	↔ tempo total ↓ total de trabalho,
Lee <i>et al</i> (2014a)	12	M	Treinados	6mg/kg	10 <i>Sprints</i> de 5x4s em Cicloergômetro	↔	↑fadiga na fase final do teste, ↑ lactato, glicose e cortisol
Lee <i>et al</i> (2014b)	11	F	Treinados	6mg/kg	10 <i>Sprints</i> de 5x4s em Cicloergômetro + 20s de descanso ativo	↔	↔ sprint ou agilidade, ↑ suplementados com CHO
Machado <i>et al</i> (2010)	8	M	Treinados	6mg/kg	Teste incremental máx (20W por min)	↑	↑ potencia crítica.
Pereira <i>et al</i> (2010)	13	F	Treinados	6mg/kg	<i>Special Judô Fitness Test</i>	↔	↔ para <i>Special Judô Fitness Test</i> ↑ potência
Santos (2013)	8	M	Treinados	5mg/kg	4k contra relógio	↑	média de saída, ↓ tempo total
Silva (2014)	10	M	Treinados	6mg/kg	<i>Wingate</i> , com intervalos de 4'	↔	↔ desempenho anaeróbio intermitente
Soussi (2012)	12	F	Treinados	5mg/kg	<i>Wingate</i> 30s	↑	↑ potência de pico, ↑ potência média, ↔ fadiga

Em estudos mais recentes (Tabela 3), Cardoso³⁴ concluiu que a ingestão de cafeína melhorou significativamente o desempenho na corrida 200 metros rasos em sujeitos fisicamente ativos mas não-treinados. Diferenças na concentração de lactato não foram encontradas, sugerindo que a melhora em corrida de 200 metros foram causadas por outros efeitos e não diretamente sobre o sistema anaeróbio.

Em um teste incremental (70 rpm, sendo incrementados 20W a cada minuto, até a exaustão voluntária) Machado³⁵ concluiu que a ingestão de cafeína não propor-

cionou melhorias no desempenho da potência crítica, entretanto, elevou os valores da capacidade de trabalho anaeróbio, onde as cargas eram de maior intensidade e menor duração durante o teste.

No teste contra relógio realizado por Santos³⁶, os atletas foram capazes de completar 4.000 m de ciclismo em menor tempo ao ingerir cafeína, em comparação com um placebo, sugerindo uma maior contribuição energética anaeróbia. Em outro teste contra relógio de 1.000 metros, Carneiro³⁷ não encontrou diferença significativa entre a ingestão de cafeína e placebo. De forma contrária, Silva³⁸ não encontrou aumento significativo no desempenho anaeróbio em ciclistas treinados durante o teste de Wingate com intervalo de 4 minutos.

Após a ingestão de cafeína por judocas, não foram encontradas por Pereira³⁹ nenhuma diferença significativa comparando cafeína e placebo na somatória do total de arremessos executados no *Special Judô Fitness Test*.

Após análise estatística, Soussi⁴⁰ encontraram um efeito significativo com a ingestão de cafeína sobre o potência de pico ($P < 0,05$) e a potência média ($P < 0,01$), o índice de fadiga não foi afetado pela ingestão de cafeína em judocas, realizando o teste de Wingate.

Lee⁴¹⁻⁴² suplementou indivíduos do sexo masculino⁴¹ e feminino⁴². Após a ingestão de cafeína os indivíduos masculinos realizaram um teste composto por dez sessões de *sprints* de 5 por 4 segundos em bicicleta ergométrica com uma recuperação de 2 minutos entre cada sessão, enquanto os indivíduos femininos realizaram um teste composto por dez sessões de *sprints* 5 por 4 segundos em bicicleta ergométrica, com 20 segundos de recuperação ativa seguido de teste de agilidade. Não foram constatadas melhoras significantes no desempenho ou na redução da fadiga em homens que executaram *sprints* de alta intensidade em cicloergômetro, assim como não melhorou o desempenho de *sprints* com intervalos curtos ou a agilidade em mulheres atletas, ambos estudos utilizaram o protocolo de 6mg/kg de peso corporal.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda não são claros os efeitos e os mecanismos de ação da cafeína sobre o aumento do desempenho em exercícios físicos de alta intensidade e curta duração. Embora estudos sobre o assunto demonstrarem que a ingestão de 6mg/kg de massa corporal total de cafeína seja capaz de atuar como receptor antagônico de adenosina e induzir o aumento do desempenho em esportes de características anaeróbias, o que ocorre principalmente devido ao aumento da força juntamente

com melhoria da resistência, da fadiga muscular, da percepção subjetiva de esforço e de dor, sugerindo-se que essa melhora está mais relacionada à ação da cafeína no SNC que pela sua ação periférica. Entretanto, esses resultados necessitam de um maior número de estudos, assim como um padrão mais uniforme de protocolos, permitindo assim maior número de evidência nas recomendações acerca deste recurso ergogênico.

REFERÊNCIAS

1. Ribeiro JA, Sebastião, AM, Mendonça, A. Adenosine receptors in the nervous system: pathophysiological implications. *Progress in Neurobiology*. v.68, n.6, p. 377-392, 2002.
2. George AJ. Central nervous system stimulants. *Baillieres Best. Pract. Res. Clin. Endocrinol. Metab*. v.14, n.1, p.79-88, 2000.
3. Altimari LR, Cyrino ES, Zucas SM, Okano AH, Burini RC. Cafeína: ergogênico nutricional no esporte. *Rev. Bras. Ciên. e Mov*. v.9, n.3, p.57-64, 2001.
4. Clarkson PM. Nutritional ergogenic aids: caffeine. *Int. J. Sports Nutr*. v.3, n.1, p. 103-111, 1993.
5. Altimari LR. Ingestão de cafeína como estratégia ergogênica no esporte: substância proibida ou permitida?. *Rev Bras Med Esporte*. v.16, n.4, p. 314, 2010.
6. Roy B, Tarnopolsky M, Macdougall JD, Hicks A. Caffeine and neuromuscular fatigue in endurance athletes. *Can. J. Appl. Physiol*. v.19, n.1, p.41, 1994.
7. Pinto S, Tarnopolsky M. Neuromuscular effects of caffeine in males and females. *Can. J. Appl. Physiol*. v.22, n.1, p.48, 1997.
8. American College Of Sports Medicine. Position Stand: Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Med Sci Sports Exercise*. v.34, p.364-380, 2002.
9. Collomp K, Ahmaidi S, Audran M, Chanal JL, Prefaut C. Effects of caffeine ingestion on performance and anaerobic metabolism during the Wingate test. *Int. J. Sports Med*. v.12, n.5, p.439-443, 1991.
10. Greer F, McLean C, Graham TE. Caffeine, performance, and metabolism during repeated Wingate exercise tests. *Journal of Applied Physiology*. v.85, n.4, p.1502-1508, 1998.

- 11.** Jackman M, Wendling P, Friars D, Graham TE. Metabolic, catecholamine, and endurance responses to caffeine during intense exercise. *Journal of Applied Physiology*. v.81, n.4, p.1658-1663, 1996.
- 12.** Williams JH, Signorile JF, Barnes WS, Henrich TW. Caffeine, maximal power output and fatigue. *Br. J. Sports Med*. v.22, n.4, p.132-134, 1988.
- 13.** Wyss V, Gribando C, Ganzit GP, Rienzi A, Sperone G. Influenza di prodotti caffeinici sulla potenza e sulla capacità anaerobiche in soggetti giovani. *Méd. Del. Sport*. v.39, n.3, p.467-476, 1986.
- 14.** Spriet LS. Caffeine and performance. *Int. J. Sports Nutr*. v.5, n.1, p.84-99, 1995.
- 15.** Graham TE, Helge JW, MacLean DA, Kiens B, Richter EA. Caffeine ingestion does not alter carbohydrate or fat metabolism in human skeletal muscle during exercise. *Journal of Physiology*. v.529, n.3, p.837-847, 2000.
- 16.** Caputo F, Aguiar R A de, Turnes T, Silveira B H da. Cafeína e desempenho anaeróbico. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* v.14, n.5, p.602-614, 2012.
- 17.** Ribeiro JA, Sebastião AM, Caffeine and adenosine. *J Alzheimers Dis*. v.20 Suppl 1:S3-15, 2010.
- 18.** Kalmar JM, Cafarelli E. Effects of caffeine on neuromuscular function. *J Appl Physiol* v.87, n.2, p.801-808, 1999
- 19.** Meyers BM, Cafarelli E. Caffeine increases time to fatigue by maintaining force and not by altering firing rates during submaximal isometric contractions. *J Appl Physiol* v.99, n.3, p.1056-1063, 2005.
- 20.** Gonçalves HR, Arruda M, Valoto TA, Alves AC, Silva FA, Fernandes F. Análise de informações associadas a testes de potência anaeróbia em atletas jovens de diferentes modalidades esportivas. *Arq. Ciênc. Saúde Unipar*. v.11, n.2, p.107-121, 2007.
- 21.** Nehlig, A, Debry, G. Caffeine and sports activity: a review. *Int. J. Sports Med*. v.15, p. 215-223, 1994.
- 22.** Tarnopolsky, M.A. Caffeine and endurance performance. *Sports Med*. v.18, n. 2, p. 109-125, 1994.
- 23.** Tarnopolsky, M.A. et al. Physiological responses to caffeine during endurance running in habitual caffeine users. *Med. Sci. Sports Exerc*. v.21, n.4, p. 418-424, 1989.

24. Fox, E.L.; Bawers, R.W.; Foss, M.L. Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991. p. 453-477.
25. Graham, T.E. Caffeine, coffee and ephedrine: Impact on exercise performance and metabolism. *Can. J. Appl. Physiol.* v. 26, suppl. S, p. 103-119, 2001.
26. Hulston, CJ, Jeukendrup, A E. Substrate Metabolism and Exercise Performance with Caffeine and Carbohydrate Intake. v.40, n. 12, p. 2096-2104, 2008.
27. [Kovacs, EM](#), [Stegen, JHCH](#), [Brouns F](#). Effect of caffeinated drinks on substrate metabolism, caffeine excretion, and performance. [J Appl Physiol.](#) v.85, n.2, p. 709-715, 1998.
28. Carvalho C, Carvalho A. Não se deve identificar força explosiva com potência muscular, ainda que existam algumas relações entre ambas. *Ver Port Cien Desp.* v. 6, n.2, p.241-248, 2006.
29. Altimari LR. et al. Cafeína e performance em exercícios anaeróbios. *Rev. Bras. de Ciências Farmacêuticas.* 2006; v.42, n.1, 2006.
30. Collomp K, Ahmaidi S, Chatard JC, Audran M, Prefaut C. Benefits of caffeine ingestion on sprint performance in trained and untrained swimmers. *Eur. J. Appl. Physiol.* v.64, n.4, p.377-380, 1992.
31. Collomp K, Caillaud C, Audram M, Chanal JL, Prefaut C. Effect of acute or chronic administration of caffeine on performance and on catecholamines during maximal cycle ergometer exercise. *C. R. Seances Soc. Biol. Fil.* v.184, n.1, p.87-92, 1990.
32. Vanakoski J, Kosunen V, Meririnne E, Seppala T. Creatine and caffeine in anaerobic and aerobic exercise: effects on physical performance and pharmacokinetic considerations. *Int. J. Clin. Pharmacol. Ther.* v.36, n.5, p.258-262, 1988.
33. Paton CD, Hopkins WG, Vollebregt L. Little effect of caffeine ingestion on repeated sprints in teamsport athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2001; v.33, n.5, p.822-825, 2001.
34. Cardoso TE, Aguiar RA De, Turnes TC, Rogério SDeO, Silveira BHDa, Lisbôa FD, et al. Efeito da ingestão de cafeína no desempenho em corrida de 200 metros rasos. *Motriz: Revista de Educação Física.* 2013; v.19, n.2, p.298-305, 2013.
35. Machado MV, Batista AR, Altimari LR, Fontes EB, Triana RO, Okano AH, et al. Efeito da ingestão de cafeína sobre os parâmetros da potência crítica. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano.* v.12, n.1, p.49-54, 2010.

- 36.** Santos RdeA, Kiss MAPDM, Silva-Cavalcante MD, Correia-Oliveira CR, Bertuzzi R, Bishop DJ, et al. Caffeine Alters Anaerobic Distribution and Pacing during a 4000-m Cycling Time Trial. PLoS ONE. 2013 v.8, n.9, 2013.
- 37.** Carneiro JG, Bortolotti HC, Viana T, Bigliassi M, Kanthack TFD, Altimari LR. Efeito da ingestão de cafeína sobre o desempenho físico e estado de humor de ciclistas. Revista da Educação Física. v.24, n.2, p.279-286, 2013.
- 38.** Silva CGda, Cavazzotto TG, Queiroga MR. Suplementação de cafeína e indicadores de potência anaeróbia. Revista da Educação Física. v.25, n.1, p.109-161, 2014.
- 39.** Pereira LA, Cyrino ES, Avelar A, Segantin AQ, Altimari JM, Trindade MCde C, et al. A ingestão de cafeína não melhora o desempenho de atletas de judô. Motriz: Revista de Educação Física. v.16, n.3, p.714-722, 2010.
- 40.** Souissi M, Abedelmalek S, Chtourou H, Atheymen R, Hakim A, Sahnoun Z. Effects of Morning Caffeine' Ingestion on Mood States, Simple Reaction Time, and Short-Term Maximal Performance on Elite Judoists. Asian Journal of Sports Medicine. v.3, n.3, p.161-168, 2012.
- 41.** Lee CL, Cheng CF, Lee CJ, Kuo YH, Chang WD. Co-ingestion of caffeine and carbohydrate after meal does not improve performance at high-intensity intermittent sprints with short recovery times. Eur J Appl Physiol. v.114, n.7, p.1533-1543, 2014.
- 42.** Lee CL, Cheng CF, Astorino TA, Lee CJ, Huang HW, Chang WD. Effects of carbohydrate combined with caffeine on repeated sprint cycling and agility performance in female athletes. J Int Soc Sports Nutri. v.1, n.11, p.17, 2014.

Recebido em: 28/10/2016

Aceito em: 17/01/2017