

OS POTENCIAIS EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DA CAFEÍNA COMO RECURSO ERGOGÊNICO NOS ESPORTES.**THE POTENTIAL EFFECT OF THE USE OF THE CAFFEINE AS RESOURCE ERGOGENIC IN THE SPORTS.****Fabiola de Alvarenga Vasconcelos^{1,3}****Roberta Mariz Pinto^{1,2,4}****Francisco Navarro¹****RESUMO**

A cafeína é considerada um ergogênico nutricional amplamente encontrado na natureza. Atualmente é consumida regularmente por bilhões de pessoas no mundo devido à sua presença em muitos alimentos. Apesar de não possuir valor nutricional, seu uso tem se tornado bastante comum no meio esportivo para melhorar a performance, principalmente em provas de média e longa duração. Por isso, o presente estudo tem como objetivo o levantamento da literatura, onde foram analisados diversos artigos sobre experimentos com a cafeína em diferentes tipos de exercício para verificar o aumento do desempenho físico. Apesar da falta de consenso entre os pesquisadores sobre a efetividade do uso desta substância para otimização do rendimento, inúmeros atletas fazem uso da cafeína sem os cuidados necessários, sem orientação médica ou nutricional, podendo surgir efeitos colaterais indesejáveis ou até mesmo o comprometimento da integridade física dos indivíduos.

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

- 1- Programa de Pós Graduação Lato Sensu em Bases Nutricionais Aplicadas à Atividade Física – Nutrição Esportiva da Universidade Gama Filho – UGF
- 2- Bacharel em Nutrição pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
- 3- Bacharel em Nutrição pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)

ABSTRACT

Caffeine is considered a nutritional ergogenic that is abundantly found in nature. Nowadays, it is regularly consumed by billions of people in the world because it is very common in many foods. Even though it does not have a nutritional value, its use has been common in sports, for increased performance, particularly in middle and long duration exercises. So, the present study has the objective of searching literature, in which were analyzed many articles about experiments with caffeine in different kinds of exercise to demonstrate the physical performance increase. Despite the lack of agreement among researches about the effectiveness of this substance to optimize physical performance, many athletes have been using caffeine without a doctor or nutritionist's supervision, which can lead to non desirable side effects, or even risking their physical integrity.

Key-words: caffeine, exercise, performance, ergogenic

Endereço para correspondência:
e-mail: fabiolalvas@yahoo.com.br
betmariz@yahoo.com.br
Rua Isidro Figueredo 32/306
Maracanã 20271-100

- 4- Especialista em Nutrição Clínica pela Universidade São Camillo

INTRODUÇÃO

A fadiga é apontada como fator limitante da performance atlética e constitui um fenômeno complexo ou até mesmo um conjunto de fenômenos de interação simultânea com diferentes graus de influência, dependendo da natureza do exercício físico (Altimari e colaboradores, 2006; Davis e Bailey, 1997). Na busca do sucesso esportivo de alto nível, treinadores, nutricionistas, médicos e cientistas têm lançado mão de inúmeros recursos ergogênicos no intuito de potencializar a performance atlética ou atenuar os mecanismos geradores de fadiga de seus atletas (Maughan, 1999; Juhn, 2003; Maughan, King, Lea, 2004).

Um dos mecanismos utilizados é a cafeína, que é um alcalóide pertencente ao grupo das drogas classificadas como as metilxantinas (1,3,7 – trimetilxantina). É uma substância lipossolúvel e aproximadamente 100% de sua ingestão oral é rapidamente absorvida pelo trato gastrointestinal, atingindo seus níveis de pico no plasma, entre 30 e 120 minutos (Braga, Alves, 2000; Sawynok, Yaksh, 1993).

Até o final de 2003, a cafeína aparecia na lista de substâncias proibidas pela Agência Mundial Anti-doping (WADA) na classe de estimulantes. Mais recentemente a WADA incluiu a cafeína na lista de substâncias controladas e que estão no programa de Supervisão 2007.

O objetivo desta revisão é investigar na literatura os potenciais efeitos da cafeína quando utilizada para aumentar o desempenho físico.

Histórico

Os antecedentes históricos passam pela utilização de diversos métodos alimentícios e medicamentosos para aumentar a performance. A cafeína é usada desde o princípio do século XIX em natação, atletismo e ciclismo, onde se registra o primeiro caso mortal do uso de estimulantes (Puerto, Montaner, Rubio, Silva, 2006). A utilização de cafeína por atletas tornou-se evidente nos Jogos Olímpicos de Los Angeles (1984), quando alguns membros da equipe de ciclismo dos Estados Unidos, declararam publicamente terem usado esse alcalóide como estimulante

durante as competições (Altimari e colaboradores, 2000; Rogers, 1985). O uso dessa substância tem se tornado mais comum nos últimos anos, particularmente por atletas que disputam provas de ciclismo e corredores de longa distância.

Acredita-se que esta substância tenha sido descoberta pelo homem paleolítico nas plantas e desde então, passou a ser ingerida sob diversas formas de bebidas (Paula Filho e Rodrigues, 1985).

A cafeína é considerada um ergogênico nutricional por estar presente em vários produtos consumidos diariamente, como o guaraná, o mate, o chocolate, o café, alguns refrigerantes e chás, embora não apresente qualquer valor nutricional (Altimari e colaboradores, 2005; Grahan, 2001; Spriet e colaboradores, 1992). Segundo Paluska (2003) este alcalóide, promove a concentração, diminuição da fadiga e aumento do estado de alerta, e seu consumo habitual não afeta suas propriedades ergogênicas. Contudo, sua utilização crônica pode causar dependência e a parada de seu uso pode provocar irritabilidade, mudanças de humor, dores de cabeça, entorpecimento e até mesmo fadiga.

Mecanismos Fisiológicos de Ação da Cafeína

Existem diferentes mecanismos de ação da cafeína em nível celular, dentre eles, destacam-se:

Mobilização intracelular de Cálcio do retículo sarcoplasmático; inibição da enzima fosfodiesterase; antagonismo dos receptores de adenosina e ação na bomba Sódio - Potássio.

A cafeína reduz o limiar de excitabilidade e prolonga a duração do período ativo da contração muscular, por aumentar a liberação de Cálcio do retículo sarcoplasmático para o sarcoplasma e por inibir o mecanismo de recaptção de Cálcio por este retículo, tornando o íon Cálcio mais disponível para a contração muscular. Esse mecanismo de ação pôde ser detectado em experimentos in vitro (Braga, Alves, 2000; Nehlig, Debry, 1994).

A inibição da ação da enzima fosfodiesterase que é responsável pela degradação do mediador químico intracelular,

denominado adenosinamono-fosfato (AMP cíclico) é feita pela cafeína aumentando assim o tempo de meia vida do AMP cíclico. Um aumento nas concentrações de AMP cíclico intracelular aumenta a lipólise (Braga, Alves, 2000; Tarnopolsky, 1989).

O antagonismo dos receptores de adenosina é o mecanismo mais favorável para explicar os possíveis efeitos ergogênicos da cafeína. Portanto, ao impedir sua interação com a adenosina, aumenta as concentrações de AMP cíclico, provocando uma série de respostas no organismo, como: liberação de catecolaminas, aumento da pressão arterial, lipólise, aumento das secreções gástricas, aumento da diurese e ativação do sistema nervoso central (Braga, Alves, 2000; Nehlig, Debry, 1994; Sawynok, Yaksh, 1993; Tarnopolsky, 1994).

Além disso, a cafeína parece exercer um efeito sobre a atividade da bomba Sódio – Potássio (Lindinger, Grahan, Spriet, 1993).

Absorção, metabolização e excreção

Após a administração oral, é absorvida rápida e eficientemente através do trato gastrointestinal. A cafeína parece não afetar as funções gastrointestinais quando ingerida de forma conjugada com diferentes soluções líquidas tais como carboidratos e água (Sinclair, Geiger, 2000; Van Nieuwenhoven, Brunner, Brouns, 2000).

Sua ação pode atingir todos os tecidos, pois o seu carreamento é feito via corrente sangüínea, sendo posteriormente degradada e excretada pela urina na forma de co – produtos (Clarkson, 1993; Sinclair, Geiger, 2000; Spriet, 1995).

Embora a maior parte do metabolismo da cafeína ocorra no fígado, outros tecidos incluindo o cérebro e o rim, também têm participação (Sinclair, Geiger, 2000).

Apesar de apenas uma pequena quantidade de cafeína ser excretada (0,5 à 3%) sem alteração na sua constituição química, sua detecção na urina é relativamente fácil (Clarkson, 1993). Vale ressaltar que alguns fatores como a genética, a dieta, o uso de alguma droga, gênero, a massa corporal, o estado de hidratação, o tipo de exercício físico praticado e o consumo habitual de cafeína, podem afetar o metabolismo desta substância e conseqüentemente, influenciar na quantidade

da mesma excretada pela urina (Duthel e colaboradores, 1991; Sinclair, Geiger, 2000; Spriet, 1995).

A cafeína produz um efeito diurético dependente da dose, pela concentração aumentada de catecolaminas plasmáticas, reduzindo a hidratação e aumentando o volume urinário durante e após o exercício prolongado (Spriet, 1995; Kovacs, 1998, 2002; Wemple, 1997).

UTILIZAÇÃO DA CAFEÍNA PARA AUMENTAR O DESEMPENHO NOS ESPORTES:

Exercícios anaeróbios (curta duração e alta intensidade):

Existem vários estudos que relatam o uso da cafeína em diversas modalidades esportivas, alcançando resultados variados, dentre os quais, destacamos:

Anderson e colaboradores, (2000) utilizou doses de cafeína entre 6 e 9 mg/kg em indivíduos treinados (remadores do gênero masculino) e verificou um aumento significativo no tempo de prova, determinada nos 500m iniciais. Beck e colaboradores, (2006) em seu estudo, com indivíduos treinados do gênero masculino, com teste de Wingate e 1RM de força na extensão bilateral da perna, utilizou a mesma dosagem citada no estudo anterior e também obteve sucesso, sobretudo no aumento da potência média e da força corporal. Doherty e colaboradores, (2002) verificou em seu estudo, aumento significativo, no tempo de exaustão, na concentração de glicose e adrenalina, em indivíduos do gênero masculino, treinados para corrida em esteira (5 mg/kg de cafeína).

Já Bell e colaboradores (2001) verificou que em indivíduos não treinados do gênero masculino, constatou considerável aumento no tempo de exaustão, bem como nas concentrações de lactato, glicose e catecolaminas. As doses utilizadas foram de 5mg/kg. Plaskett e Cafarelli (2001) após a administração de 6mg/kg de cafeína em indivíduos do gênero masculino não treinados, detectaram aumento significativo do tempo de exaustão e redução da sensação de força durante os primeiros 10-20 segundos de contração. Walton e colaboradores, (2002) com a mesma dose empregada no estudo acima e com o mesmo tipo de indivíduos,

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

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

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

observou aumento da frequência relativa de disparos em unidades motoras do tibial anterior, quando feita eletromiografia em dorsi-flexores.

Hespel e colaboradores, (2002) com indivíduos treinados, não constatou melhora na força máxima, no tempo de contração e no tempo de relaxamento, utilizando doses de

5mg/kg de cafeína. Paton e colaboradores, (2001) também não observou aumento no tempo para completar 10 sprints com doses de 6mg/kg. Vanakoski e colaboradores, (1998) apesar de uma dosagem maior em relação aos outros estudos (7mg/kg), não verificou melhora da velocidade nem do trabalho total.

Quadro 1 Efeitos da suplementação de cafeína em exercícios anaeróbios

Pesquisadores	Amostra	Treina-mento	Dose de cafeína	Tipo de teste	Efeito ergogênico	Comentários
Anderson e colaboradores, 2000	8 homens	Sim	6 e 9 mg/kg	Prova remo 2000 m	Sim	Aumento significativo no tempo de prova para as doses de 6 e 9 mg/kg (0,7 e 1,3% respectivamente) determinadas nos 500m iniciais
Doherty e colaboradores, 2002	14 homens	Sim	5 mg/kg	Corrida em 125% do VO ₂ máx	Sim	Aumento significativo no tempo de exaustão e no déficit acumulado de O ₂
Beck e colaboradores, 2006	37 homens	Sim	6 mg/kg	Teste de Wingate e 1 RM de força na extensão lateral da perna	Sim	Aumento da força corporal
Hespel e colaboradores, 2002	9 homens 1 mulher	Sim	5 mg/kg	Estimulação Elétrica intermitente com 30 contrações do músculo quadríceps, 2 seg de estímulo e 2 de repouso	Não	Não se constatou melhora na força máxima, no tempo de contração e no tempo de relaxamento
Paton e colaboradores, 2001	16 homens	Sim	6 mg/kg	10 sprints de 10 seg, com 10 seg de intervalo entre os sprints	Não	Não se verificou aumento no tempo para completar 10 sprints
Vanakoski e colaboradores, 1998	7 homens	Sim	7 mg/kg	3 sprints de 1 min em cicloergômetro com 5 min de intervalo entre os sprints	Não	Não se observou melhora na velocidade (rpm), manutenção de velocidade e no trabalho total
Bell e colaboradores, 2001	8 homens	Não	5 mg/kg	Cicloergômetro a 125% do VO ₂ máx	Sim	Aumento significativo no tempo de exaustão, na concentração de glicose e catecolaminas
Plasketti e Cafarelli, 2001	15 homens	Não	6 mg/kg	Eletromiografia no músculo quadríceps 50% da contração voluntária máxima	Sim	Aumento significativo no tempo de exaustão e diminuição da sensação de força durante os primeiros 20 a 30 seg de contração
Walton e colaboradores, 2002	7 homens	Não	6 mg/kg	Eletromiografia em dorsi-flexores 3 contrações volunt. máx e 1 min intervalo	Sim	Aumento da frequência relativa de disparos de unids motoras do tibial anterior
Collomp e colaboradores, 1990	7 homens	Não	250 mg	Cicloergômetro a 100% do VO ₂ máximo	Não	Não houve aumento significativo da resistência
Collomp, 1991	3 homens 3 mulheres	Não	5 mg/kg	Wingate (30 segundos)	Não	Não se observou aumento significativo no tempo de alcance da potência-pico e no trabalho total
Páscoa e colaboradores, 1994	8 homens	não	10 mg/kg	Dinamometria eletrônica	Não	Não se verificou aumento na força muscular

Em indivíduos não treinados, Collomp e colaboradores, (1990) com doses de 250mg de cafeína, em seu estudo, não observou aumento considerável em sua resistência. Em estudo posterior, (1991) também não houve resposta positiva no tempo de trabalho total. Páscoa e colaboradores, (1994) não observou aumento na força muscular de indivíduos não treinados ainda que a dosagem de cafeína fosse elevada: 10mg/kg.

Exercícios Aeróbios (“Endurance”)

O efeito ergogênico da cafeína em exercícios de média e longa duração vêm sendo estudado desde o final da década de setenta (Altimari e colaboradores, 2000).

A partir daí, muitos foram os estudos que procuraram investigar os possíveis efeitos ergogênicos da referida substância sobre a performance.

Graham e Spriet (1995) analisaram indivíduos do gênero masculino treinados em corrida de esteira rolante, até a exaustão, e verificaram que com a dose de 9mg/kg proporcionou aumento significativo no tempo de desempenho bem como na concentração plasmática de adrenalina.

Cox e colaboradores, (2002) utilizaram em seu estudo homens treinados em cicloergômetro com dose de cafeína de 6mg/kg e observaram melhora significativa no desempenho, independente do momento de ingestão de cafeína. Ryu e colaboradores, (2001) constataram em seu estudo um aumento significativo no tempo de exaustão, na concentração plasmática de ácidos graxos livres e glicerol, e na diminuição da razão da troca respiratória, com indivíduos treinados em cicloergômetro com doses de 5mg/kg.

Bell e McLellan (2003) utilizaram como população (nove homens) indivíduos não treinados em cicloergômetro a 80% do VO_2 máximo até a exaustão 2 vezes por dia (pela

manhã e pela tarde). Com doses de cafeína de 2,5mg/kg e 5mg/kg também oferecidas no mesmo período do treinamento, houve redução significativa no tempo de exaustão nos dois períodos. Birnbaum e Herbest (2004) provaram melhora no desempenho e eficiência respiratória com homens não treinados (corrida de esteira), administrando doses de 7mg/kg de cafeína. Motl e colaboradores, (2003) com um grupo de homens não treinados em cicloergômetro e doses de cafeína de 10mg/kg, constataram aumento significativo no trabalho total.

Já Daniels e colaboradores, (1998) em seu estudo com indivíduos treinados em cicloergômetro (três homens e sete mulheres) não observou melhora no desempenho. Inclusive houve aumento significativo nas concentrações de ácidos graxos livres, glicerol e glicose, com dose de 6mg/kg. Coway e colaboradores, (2003) também não verificou melhora no desempenho durante teste em cicloergômetro, com dosagens de 3 e 6 mg/kg, em seu grupo de indivíduos treinados composto por nove homens. Hunter e colaboradores, (2002) com doses de 6mg/kg administradas em homens treinados não obteve melhora no tempo para completar os cem quilômetros bem como a potência média e o tempo de realização dos sprints.

Malek e colaboradores, (2006) com indivíduos não treinados (14 homens e 22 mulheres) submetidos à dose de 201mg não conseguiu melhora no desempenho físico em cicloergômetro, e além disso, não verificou mudanças na concentração plasmática de ácidos graxos livres. Engels e colaboradores, (1999) não verificou efeito ergogênico em sua população de não treinados (sete homens e uma mulher). Kaminsky e colaboradores, (1998) também não constatou melhora da performance em homens não treinados com doses de 243-330 mg.

Efeitos da suplementação de cafeína em exercícios de endurance

Pesquisadores	Amostra	Treina-mento	Dose de cafeína	Tipo de teste	Efeito ergo-gênico	Comentários
Conway e colaboradores, 2003	9 homens	Sim	3 e 6 mg/kg	Cicloergômetro a 68% do VO_2 máx por 90 min, seguido de teste a 80% do VO_2 máx por 30 min	Não	Não se constatou melhora no desempenho durante o teste a 80% do VO_2 máx
Daniels e colaboradores, 1998	7 homens e 3 mulheres	Sim	6 mg/kg	Cicloergômetro a 65% do VO_2 máx por 55 min	Não	Não verificou melhora no desempenho. Aumento significativo nas concentrações plasmáticas de lactato, ácidos

Hunter e colaboradores, 2002	e	8 homens	Sim	6 mg/kg	100km intermitente em cicloergômetro (5 sprints de 1km após 10,32,52,72 e 99km; 4 sprints de 4km após 20,40,60 e 80km)	Não	graxo livre, glicerol e glicose Não se observou melhora na potência média, no tempo de realização dos sprints e no tempo para completar 100km
Cox e colaboradores, 2002	e	12 homens	Sim	6 mg/kg	Cicloergômetro a 70% do VO ₂ máx por 120 min	Sim	Melhora significativa no desempenho, independente do momento de ingestão de cafeína
Grahan e Spriet, 1995	e	6 homens	Sim	3, 6 e 9mg/kg	Corrida em esteira a 85% do VO ₂ máx até a exaustão	Sim	Aumento significativo no tempo de corrida com a ingestão de 3 e 6mg/kg
Ryu e colaboradores, 2001	e	14 homens	Sim	5 mg/kg	Cicloergômetro a 60% do VO ₂ máx por 45 min seguido de teste máx a 80% do VO ₂ máx até a exaustão	Sim	Aumento significativo no tempo de exaustão, na concentração plasmática de ácidos graxos livres e glicerol; diminuição da razão da troca respiratória
Bell e McLellan, 2003		9 homens	Não	2,5 e 5mg/kg (2 vezes ao dia- manhã e tarde)	Cicloergômetro a 80% do VO ₂ máx até a exaustão (2 vezes por dia)	Sim	Aumento significativo no tempo de exaustão no período da manhã e tarde
Birnbaum e Herbest, 2004	e	5 homens e 5 mulheres	Não	7 mg/kg	2 corridas de esteira de 30 min a 70% do VO ₂ máx	Sim	Melhora do desempenho e eficiência respiratória devido a diminuição na troca respiratória
Motl e colaboradores, 2003	e	16 homens	Não	10 mg/kg	Cicloergômetro a 60% do VO ₂ máx por 30 min	Sim	Aumento significativo no trabalho total
Engels e colaboradores, 1999	e	7 homens e 1 mulher	Não	5mg/kg	Cicloergômetro a 30% do VO ₂ máximo por 60 min	Não	Aumento significativo no VO ₂ máx, gasto energético e na PA sistólica e diastólica
Kaminsky e colaboradores, 1998	e	14 homens	Não	243-330 mg	Caminhada/ corrida em esteira a 30, 50 e 70% do VO ₂ máx	Não	Não se observou melhora no desempenho
Malek e colaboradores, 2006	e	14 homens e 22 mulheres	Não	201mg	Cicloergômetro por 45 min a 75% do VO ₂ máx 3 vezes por semana	Não	Não houve mudanças no % de gordura, concentrações de ac. Graxos livres. Aumento equivalente no VO ₂ máx e no tempo de exaustão tanto para o grupo suplementado quanto o controle

CONCLUSÃO

Nos estudos apresentados verificamos diversidade de métodos, amostragem reduzida, tendência à análise do gênero masculino, ausência de dados relacionados ao estado nutricional dos indivíduos em questão, tipo de alimentação pré-teste, condicionamento físico bem como valores variados nas dosagens de cafeína empregadas, além da tolerância ou não à mesma.

Vale ressaltar que a cafeína é uma substância ainda controlada pela WADA, podendo causar dependência em alguns indivíduos, quando utilizada de forma abusiva e descontrolada.

A grande controvérsia de resultados dificulta a afirmação de uma conclusão definitiva a respeito da utilização da cafeína como recurso ergogênico nos esportes.

Sendo assim, são necessárias pesquisas mais específicas, aprimoradas e padronizadas a fim de que possamos comprovar o possível efeito benéfico da cafeína na melhora da performance nos esportes.

REFERÊNCIAS

- 1- Altimari, L.; Melo, J.; Trindade, M.; Tirapegui, J.; Cyrino, E. Efeito ergogênico da cafeína em exercícios de média e longa

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

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

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

duração. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, v.5, n.1, p.87-101, 2005

2- Anderson, M.E.; Bruce, C.R.; Fraser, S. F.; Stepto, N. K.; Klein, R.; Hopkins, W.G.; Hawley, J.A. Improved 2000-meter rowing performance in competitive oarswomen after caffeine ingestion. *International Journal of Nutrition and Exercise Metabolism*, v. 10, n. 4, p. 464-75, 2000.

3- Beck, T.W.; Housh, T.J.; Schmidt, 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. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 20, n. 3, p. 506-10, 2006.

4- Bell, D.G.; Jacobs, I.; Ellerington, K. Effect of caffeine and aphedrine ingestion on anaerobic exercise performance. *Medicine and Science in Sports Exercise*, v. 33, n. 11, p. 1399-403, 2001.

5- Bell, D.G.; Maclellan, T.M. Effect of repeated caffeine ingestion on repeated exhaustive exercise endurance. *Medicine and Science in Sports Exercise*, v. 35, n. 8, p. 1348-54, 2003.

6- Birnbaum, L.J.; Herbst, J.D. Physiologic effects of caffeine on cross- country runners. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 18, n. 3, p. 463-5, 2004.

7- Braga, L.C.; Alves, M.P. A cafeína como recurso ergogênico nos exercícios de endurance. *Rev. Bras. Ciên. e Mov.*, v. 8, n. 3, p. 33-7, 2000

8- Clarkson, P.M. Nutritional ergogenic aids: caffeine. *International Journal of Sports Nutrition*, v.3,p.103-11,1993.

9- Collomp, K.; Caillaud, C.; Audram, M.; Chanal, J.L.; Prefaut, C. Effect of acute and 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.

10- Collomp, K.; Ahmaidi, S.; Audram, M.; Chanal, J.L.; Prefaut, C. Effects of caffeine

ingestion on performance and anaerobic metabolism during Wingate test. *International Journal of Sports Medicine*, v. 12, n. 5, p.439-43, 1991.

11- Conway, K. J.; Orr, R.; Stannard, S.R.; Effect of a divided caffeine dose on endurance cycling performance, postexercise urinary caffeine concentration, and plasma paraxanthine. *Journal of Applied Physiology*, n. 94, 1557-62, 2003.

12- Cox, G.R.; Desbrow, B.; Montgomery, P.G.; Anderson, M.E.; Bruce, C.R.; Macrides, T.A.; Martin, D. T.; Moquin, A.; Roberts, A.; Hawley, J.A.; Burke, L.M. Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. *Journal of Applied Physiology*, n. 93, p. 990-9, 2002.

13- Daniels, J.W.; Molé, P.A.; Shaffrath, J.D.; Stebbins, C.L. Effects of caffeine on blood pressure, heart rate, and forearm blood flow during dynamic leg exercise. *Journal of applied Physiology*, v.85, n.1,p.154-9,1998.

14- Daves, J.M.; Bailey, S.P. Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. *Medicine and Science in Sports Exercise*, v.23,p.980-5,1997.

15- Doherty, M.; Smith, P.M.; Davison, R.C., Hughes, M.G. Caffeine is ergogenic after supplementation of oral creatine monohydrate. *Medicine and Science in Sports Exercise*, v. 34, n. 11, p. 1785-92, 2002

16- Duthel, J.M.; Vallon, J.J.; Martin, G.; Ferret, J.M.; Mathieu, R.; Videman, R. Caffeine and sport: role of physical exercise. *Medicine & Science in Sports Exercise*, v.23,p.980-5,1991.

17- Engels, H.J.; Wirth, J.C.; Celik, S.; Dorsey, J.L. Influence of caffeine on metabolic and cardiovascular functions during sustained light intensity cycling and at rest. *International Journal of Sport Nutrition*, v.9,n.1,p.361-70,1999.

18- Graham, T.E.; Spriet, L.L. Metabolic, catecholamine and exercise performance responses to varying doses of caffeine. *Journal of Applied Physiology*, v.78,n.3,p.2292-8,1991.

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

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

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

- 19- Graham, T.E.; Spriet, L.L. Metabolic, catecholamine and exercise performance responses to varying doses of caffeine. *Journal of Applied Physiology*, n. 78, 867-74, 1995.
- 20- Graham, T.E. Caffeine and exercise : metabolism, endurance and performance. *Sports Medicine*, v. 31, p. 785-807, 2001.
- 21- Hespel, P.; Eijnde, B.; Van Leemputte, M. Opposite actions of caffeine and creatine on muscle relaxation time in humans. *Journal of Applied Physiology*, v. 92, n. 2, p. 513-8, 2002.
- 22- Hunter, A.M.; St Clair, G.A.; Collinsm.; Lambert, M. Noakes, T.D. Caffeine ingestion does not alter performance during a 100km cycling time-trial performance. *International Journal of Sport Nutrition in Exercise Metabolism*, v.12,p.438-52,2002.
- 23- Juhn, M.S. Popular sports supplements and ergogenic aids. *Sports Medicine*, n.33, 921-39,2003.
- 24- Kaminsky, L.A.; Martin, C.A.; Whaley, M.H. Caffeine consumption habits do not influence the exercise blood pressure response following caffeine ingestion. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v.38, n.1, p.53-8,1998.
- 25- Kovacs, L.A.; Stegen, J.H., Brouns, F. Effect of caffeinated drinks on substrate metabolism, caffeine excretion and performance. *Journal of Applied Physiology*, n. 85, p. 709-15, 1998.
- 26- Lindinger, M. I.; Graham, T. E.; Spriet,L. Caffeine attenuates the exercise-induced increase in plasma [K+] in humans. *Journal of Applied Physiology*, v.73, n. 3, p. 1149-55, 1993
- 27- Malek, M. H.; Housh, T.J.; Schmidt, R.J.; Johnson, G.O.; Housh, D.J.; Coburn, J. W., Malek, M.H. Effects of eight weeks of caffeine supplementation and endurance training on aerobic fitness and body composition. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 20, n. 4, p. 751-5, 2006.
- 28- Maughan, R.J. Nutritional ergogenic aids and exercise performance. *Nutr. Res. Rev.*, n.12, p.255-80, 1999
- 29- Maughan, R.J.; King, D.S.; Lea, T. Dietary supplements. *Journal of Sports ans Science*, v.22, n. 1, p. 95-113, 2004.
- 30- Motl, R.W.; O'connor, P.J.; Dishman, R.K. Effect of caffeine perceptions of leg muscle pain during moderate intensity cycling exercise. *Journal of Physiology*, v. 4, p. 316-21, 2003.
- 31- Nehlig, A.; Debry, G. Caffeine and sports activity: a review. *International Sports Medicine*, v. 15, p. 215-23, 1994.
- 32- Paluska,S.A. Caffeine and exercise. *Current Sports Medicine Reports*, v. 2, p. 213-9, 2003.
- 33- Páscoa, M.R.; Alvim, C.R.; Rodrigues, L.O. Efeitos da cafeína sobre a força muscular. *Min. J. Phys. Educ.*, v. 2, n. 1, p.56-7, 1994.
- 34- Paton, C. D.; Hopkins, W.G.; Vollebregt, L. Little effect of caffeine ingestion on repeated sprints in team-sports athletes. *Medicine and Science in Sports Exercise*, v. 33, n. 5, p. 822-5, 2001.
- 35- Paula Filho, U.; Rodrigues, L.O.C. Estudo do efeito da cafeína em diferentes níveis de exercício. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte* v.6,n.2,p.139-46,1985.
- 36- Plaskett, C.J.; Cafarelli, E. Caffeine increases endurance and attenuates force sensation during submaximal isometric contractions. *Journal of Applied Physiology*, v. 91, n. 4, p. 1535-44,2001.
- 37- Puerto, J.R.; Montaner, B.H.; Rubio, M.I.; Silva, M.E. Aspectos éticos y legales del dopaje em el deporte.*Revista de Deportes*, n. 103, p. 208-15, 2006
- 38- Rogers, C.C. Caffeine. *Sports Medicine*, v.13,n.3,p.38-40,1985.
- 39- Ryu, S.; Choi, S.K.; Joung S.S.; Suh, H.; Cha Y.S.; Lee, S., LIM, K. Caffeine as a lipolytic food component increases endurance performance in rats and athletes. *Journal of Nutrition Science*, n. 47, p. 139-46, 2001.
- 40- Sawynok, J.; Yaksh, T.L. Caffeine as en analgesic adjuvant: a review of pharmacology

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

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

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

and mechanism of action. *Pharmacological Reviews*. V. 45, n. 1, p. 43-51, 1993

41- Sinclair, C.J.D.; Geiger, J.D. Caffeine use in sport: a pharmacological review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v.40, p.71-9, 2000.

42- Spriet, L.L. Caffeine and performance. *International Journal of Sports and Nutrition*, v.5, p.84-99, 1995.

43- Spriet, L.L.; Gibala, M.J. Nutritional strategies to influence adaptations to training. *Sports & Science*, v.22, p.127-41

44- Spriet, L.L.; Maclean, D.A.; Dyck, D.J.; Hultman, E.; Cederblad, G.; Graham, T.E. Caffeine ingestion and muscle metabolism during prolonged exercise in humans. *American Journal of Physiology*, n. 262, p. 891-8, 1992.

45- Tarnopolsky, M.A. Physiological responses to caffeine during endurance running in habitual caffeine users. *Medicine and Science in Sports Exercise*, v. 21, n. 4, p. 418-24, 1989.

46- Tarnopolsky, M.A. Caffeine and endurance performance. *Sports medicine*, v. 18, n. 2, p. 109-25, 1994.

47- Vanakoski, J.; Kosunen, V.; Merinne, E.; Seppala, T. Creatine and caffeine in anaerobic and aerobic exercise: effects on physical performance and pharmacokinetic considerations. *International Journal of Clinical Pharmacology*, v.36, n. 5, p. 258-62, 1998.

48- Van Nieuwenhoven, M.A.; Brummer, R.J.M.; Brouns, F. Gastrointestinal function during exercise: comparison of water, sport drink, and sports drink with caffeine. *Journal Applied of Physiology*, v.89, p.1079-85, 2000.

49- Walton, C.; Kalmar, J.M.; Cafarelli, E. Effect of caffeine on self-sustained firing in human motor units. *Journal of Physiology*, v. 545, n. 2, p. 671-9, 2002.

50- Wemple, R. D.; Lamb, D. R.; Mckeever, K.H. Caffeine vs caffeine free in sports drinks: effects on urine production at rest and during prolonged exercise. *International Journal of Sports and Medicine*, v. 18, p. 40-6, 1997.

51- World Anti Doping Agency(WADA). Capturado em 17 de abril de 2007. On line. Disponível em Internet. www.wada-ama.org/rtcontent/document/2007_list_format_sp.pdf

Recebido para publicação em 20/05/2007

Aceito em 30/06/2007