

Efeito de oito semanas de suplementação com creatina monoidratada sobre o trabalho total relativo em esforços intermitentes máximos no cicloergômetro de homens treinados

Leandro Ricardo Altimari^{1,2*}, Alexandre Hideki Okano^{1,2}, Michele Caroline de Costa Trindade^{1,3}, Edilson Serpeloni Cyrino¹, Julio Tirapegui^{1,3}

¹Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício, Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Estadual de Londrina, ²Departamento de Ciência do Esporte, Faculdade de Educação Física, Universidade de Campinas, ³Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo

Este estudo investigou o efeito de um longo período de suplementação com creatina monoidratada (Cr_m) sobre o trabalho total relativo (TTR) em esforços intermitentes máximos no cicloergômetro de homens treinados. Vinte seis indivíduos foram divididos aleatoriamente em grupo creatina (CR, $n=13$) e grupo placebo (PL, $n=13$). Os sujeitos receberam em sistema duplo-cego, doses de Cr_m ou placebo-maltodextrina ($20 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$ por 5 dias e $3 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$ durante 51 dias subsequentes). Os grupos tiveram seus hábitos alimentares e sua condição física previamente controlados. Para determinação do TTR os sujeitos foram submetidos a protocolo de exercício em cicloergômetro composto de três Testes de Wingate de 30s separados por dois minutos recuperação, antes e após o período de suplementação. ANOVA, seguido pelo teste post hoc de Tukey, quando $p<0,05$, foi usado para tratamento dos dados. Observou-se efeito significativo do tempo para o TTR ($F_{1,24}=8,00$; $p<0,05$), com o grupo Cr apresentando aumento significativo na produção de TTR comparado ao grupo PL após o período de suplementação ($690,54 \pm 46,83$ vs $655,71 \pm 74,34 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$ respectivamente; $p<0,05$). Os resultados do presente estudo sugerem que a suplementação de Cr_m melhora o desempenho físico em esforços repetidos de alta intensidade e curta duração.

Unitermos

- Creatina
- Suplementação
- Desempenho Físico Anaeróbio
- Teste de Wingate
- Fadiga

*Correspondência:

L. R. Altimari
Rua Maria Falcão Mansera 560
Jardim Castelinho
CEP: 15053410 - São José do Rio Preto, SP - Brasil
E-mail: altimari@usp.br

INTRODUÇÃO

A creatina monoidratada (Cr_m) é amplamente utilizada, sobretudo, por atletas e indivíduos fisicamente ativos, devido aos seus possíveis efeitos ergogênicos sobre

a massa muscular e o desempenho físico anaeróbio (Mendes, Tirapegui, 1999; Mesa *et al.*, 2002; Branch, 2003; Volek, Rawson, 2004).

Acredita-se que a quantidade de creatina fosfato (PCr) armazenada no músculo pode ser fator limitante

para o desempenho físico em exercícios de alta intensidade e curta duração (Hultman *et al.*, 1991; Balsom *et al.*, 1994). Desse modo, sugere-se que o aumento nas reservas musculares de creatina total (CrT) e de PCr, induzido pela suplementação de Cr_m, possa aumentar a disponibilidade de PCr e, conseqüentemente, acelerar a taxa ressíntese de ATP durante exercícios anaeróbios intermitentes (repetitivos), favorecendo a melhoria do desempenho físico nesse tipo de exercício (Balsom, Söderlund, Ekblom, 1994; Cooke *et al.*, 1999; Peeters, Lantz, Mayhen, 1999; Havenetidis *et al.*, 2002; Smith *et al.*, 2004).

O teste de Wingate (TW) realizado de maneira intermitente tem sido amplamente utilizado para investigar o potencial ergogênico de algumas substâncias sobre o desempenho físico anaeróbio, dentre elas a Cr_m, por proporcionar maior fadiga acumulativa (Dawson *et al.*, 1995; Prevost, Nelson, Morris, 1997; Greer, Mclean, Graham, 1998; Green *et al.*, 2001; Havenetidis *et al.*, 2003), além de ser um teste não-invasivo, de fácil aplicabilidade, validado, com alta reprodutibilidade (Bar-Or, 1987; Inbar, Bar-Or, Skinner, 1996). Diante dessas evidências, acredita-se que pesquisas sobre o impacto da suplementação com Cr_m em esforços físicos repetidos realizados sob alta intensidade e curta duração, com controle prévio do treinamento e dos hábitos alimentares dos indivíduos, auxilie no esclarecimento do verdadeiro potencial ergogênico dessa substância, uma vez que a falta de controle desses fatores tem dificultado, sobremaneira, a interpretação de vários estudos disponíveis na literatura (Snow, Murphy, 2003).

Portanto, o objetivo do presente estudo foi investigar o efeito de 8 semanas de suplementação com Cr_m sobre o trabalho total relativo em esforços intermitentes máximos no cicloergômetro de homens treinados.

MATERIAL E MÉTODOS

Sujeitos

Vinte e seis jovens, universitários, na faixa etária de 18 a 30 anos, do sexo masculino, foram selecionados voluntariamente para participar deste estudo (Tabela I). Como critérios de inclusão, os indivíduos deveriam ser sedentários ou moderadamente ativos (atividade física regular < 2 vezes por semana), bem como não ter participado regularmente de nenhum programa de exercícios físicos ao longo dos últimos seis meses precedentes ao início do experimento. Além disso, cada participante respondeu, anteriormente ao início do estudo, a um questionário onde relataram não ser usuários de

esteróides anabólicos ou ter ingerido suplementação de Cr. Nenhum dos indivíduos era fumante ou vegetariano. Todos os indivíduos, após serem convenientemente esclarecidos sobre a proposta do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidos, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos.

Controle do treinamento e dos hábitos alimentares

Inicialmente, os sujeitos foram submetidos a treinamento padronizado com pesos durante 19 semanas, compreendendo três sessões semanais, que foram realizadas em dias alternados, com o propósito de equiparar a condição física, para que todos iniciassem a etapa de suplementação Cr_m ou placebo em condições semelhantes. Após essa etapa de treinamento, os indivíduos foram separados aleatoriamente em grupo suplementado com Cr_m (CR; n=13) e placebo (PL; n=13). O treinamento com pesos prosseguiu durante toda a fase de suplementação, sendo executado de forma alternada, em quatro sessões semanais, e teve a finalidade de manter a força e resistência muscular adquirida e minimizar qualquer tipo de interferência da condição física sobre o desempenho físico (Snow, Murphy, 2003). O programa de treinamento foi elaborado de acordo com as recomendações do ACSM (2002) e orientado e supervisionado por uma equipe de professores de Educação Física durante todo o experimento. Os indivíduos foram orientados para não realizarem nenhum outro tipo de atividade física regular sistematizada durante o período de duração do estudo.

Os sujeitos foram acompanhados, ainda, por uma equipe de nutricionistas, que os orientou quanto ao preenchimento de registros alimentares de sete dias na semana antecedente à aplicação dos TW em ambos momentos. Medidas caseiras padronizadas foram utilizadas para a estimativa da quantidade de alimentos e bebidas consumidas. O consumo energético dos sujeitos investigados foi determinado por meio do programa para avaliação nutricional Virtual Nutri[®], versão 1.0 (NUPENS, FSPUSP, BRASIL). Todos os indivíduos foram orientados a manter seus hábitos alimentares durante o período de suplementação com creatina ou placebo, evitando o uso de bebidas cafeinadas (café, chocolate, mate, pó-de-guaraná, bebidas energéticas, coca-cola e guaraná), uma vez que a cafeína parece anular o efeito da Cr_m (Vandenbergh *et al.*, 1996). A ingestão de água foi *ad libitum*.

Medidas de massa corporal e estatura

A massa corporal foi medida em balança de plataforma, digital, marca Urano[®], modelo PS 180, com precisão de 0,1 kg, e a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm (Gordon, Chumlea, Roche, 1988). Todos os indivíduos foram medidos e pesados descalços, vestindo apenas uma sunga. Essas medidas foram realizadas com o propósito de caracterizar os sujeitos envolvidos no experimento.

Suplementação de creatina monoidratada

Após os participantes do estudo serem separados aleatoriamente, esses receberam Cr_m ou placebo (maltodextrina) (Integralmédica S/A, Agricultura e Pesquisa, Brasil), por meio de um delineamento duplo cego durante 8 semanas, em forma de cápsulas com cor e textura semelhantes. Durante os primeiros cinco dias da fase de suplementação, os indivíduos ingeriram 20 g/dia de Cr_m ou placebo, em quatro doses iguais de 5 g, separadas a cada 3-4 horas. Nos 51 dias subseqüentes, uma única dose de 3 g/dia foi consumida. Os indivíduos foram orientados a associarem 250 mL de bebidas carboidratadas a cada dose de suplementação (Green *et al.*, 1996a; Green *et al.*, 1996b).

Determinação do trabalho total relativo

O trabalho total relativo (TTR) foi determinado a partir de esforços intermitentes máximos utilizando o TW antes e após o período de suplementação (Bar-Or, 1987; Inbar, Bar-Or, Skinner, 1996). O protocolo consistiu de um aquecimento de quatro minutos em um cicloergômetro mecânico para membros inferiores (MONARK[®] 324E, SWEDEN) com carga de 50 W, com cadência de pedaladas de 70 rpm, sendo que no início de cada minuto os indivíduos executaram um *sprint* de 6 s que fez parte do processo de familiarização do TW (Havenetidis, Cooke, 1995; Havenetidis, Matsouka, Konstadinou, 2003). Após o aquecimento, ocorreu um intervalo de dois minutos para mensuração do peso corporal, ajuste da altura do banco da bicicleta e da intensidade de esforço. Em seguida, os indivíduos realizaram três séries consecutivas do TW, sem nenhuma rotação prévia, com carga correspondente a 0,09 kg.kg⁻¹ do peso corporal do indivíduo (Okano *et al.*, 2001). Durante o intervalo, os indivíduos permaneceram sentados (recuperação passiva) no banco da bicicleta. O TTR (J.kg⁻¹) (somatória do trabalho realizado em todos os testes) foi determinado por programa computadorizado (WINGATE TEST[®], CEFISE, BRASIL).

Após o encerramento do protocolo, os indivíduos avaliados realizaram a recuperação ativa no próprio cicloer-

gômetro, sem resistência, por período de três minutos, na tentativa de minimizar possíveis efeitos colaterais provocados pelo esforço. Os indivíduos foram orientados a não realizar atividades físicas vigorosas, não ingerir substâncias cafeinadas (café, chocolate, mate, pó-de-guaraná, bebidas energéticas, coca-cola e guaraná) ou alcoólicas, nas vinte e quatro horas anteriores a execução dos testes, no intuito de evitar qualquer tipo de interferência nos resultados.

Creatinina urinária

Para a determinação das concentrações de creatinina foram feitas coletas de urina de 24 horas no momento pré e pós-suplementação. A coleta de urina de 24 horas foi iniciada a partir da segunda micção de um determinado dia, prolongando-se até a primeira do dia seguinte (Burke *et al.*, 2001; Rawson *et al.*, 2004). Após o volume urinário total ser registrado, uma alíquota de 5-10 mL foi separada em frascos coletores de urina de plástico e, em seguida, armazenada em congelador a -70° C. As amostras de urina foram analisadas 48 horas após as coletas. A análise das concentrações de creatinina foi realizada em espectrofotômetro UV-VIS[®] (SHIMADZU MINI 1240, JAPAN), utilizando o *kit* creatinina cinética colorimétrica (CELM, BRASIL), por meio do método cinético colorimétrico a 500 nm (Narayanan, Appleton, 1980).

Tratamento estatístico

Os resultados obtidos nos diferentes momentos do estudo foram agrupados em valores de média e desvio-padrão utilizando-se do pacote estatístico *Statistica 6.0*[®] (STATSOFT INC., TULSA, OK). As características físicas dos grupos CR e PL foram comparadas mediante aplicação do teste “*t*” de *Student*, para amostras independentes, com o mesmo número de elementos. Após os pressupostos exigidos para utilização da análise de variância (ANOVA) serem constatados mediante aplicação dos testes de normalidade de *Shapiro Wilk* e de homogeneidade de *Levene*, a análise de variância (ANOVA) 2 x 2 para medidas repetidas foi utilizada para avaliar as possíveis diferenças entre os grupos (CR e PL) ao longo do tempo (pré- e pós-suplementação). O teste *post hoc* de Tukey foi utilizado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F encontrados foram superiores ao critério de significância estatística estabelecido ($p < 0,05$).

RESULTADOS

As características físicas iniciais dos grupos suplementados com Cr_m (CR) e placebo (PL) são apresentadas

na Tabela I. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada na comparação entre os grupos no momento inicial do estudo ($p > 0,05$), o que demonstra homogeneidade entre os grupos estudados.

Com relação ao consumo energético, não foram encontradas diferenças significativas entre os momentos pré e pós-suplementação, para os grupos CR e PL ($p > 0,05$) (Tabela II).

As médias e os desvios-padrão do trabalho total relativo (TTR) obtido pela somatória do trabalho relativo em cada um dos três TW, para os grupos CR e PL, nos diferentes momentos do estudo, são apresentadas na Figura 1. Foi constatado efeito isolado do tempo no TTR ($F_{1,24} = 8,00$; $p < 0,05$). Observou-se, ainda, aumento estatisticamente significativa na produção de TTR no grupo CR, quando comparado ao grupo PL no momento pós-suplementação ($690,54 \pm 46,83$ vs $655,71 \pm 74,34$ $J \cdot kg^{-1}$ respectivamente; $p < 0,05$).

As médias e os desvios-padrão das concentrações de creatinina na urina para os grupos CR e PL pré- e pós-suplementação são apresentadas na Tabela III. Foi encontrada interação significativa entre grupo e tempo para as concentrações de creatinina na urina ($p < 0,03$). Todavia, o aumento observado no momento pós-suplementação no grupo CR não foi confirmado estatisticamente ($p > 0,05$).

DISCUSSÃO

O presente estudo investigou o efeito de oito semanas de suplementação com Cr_m sobre o TTR em esforços intermitentes máximos no cicloergômetro de homens treinados e procurou fazer controle prévio da condição física,

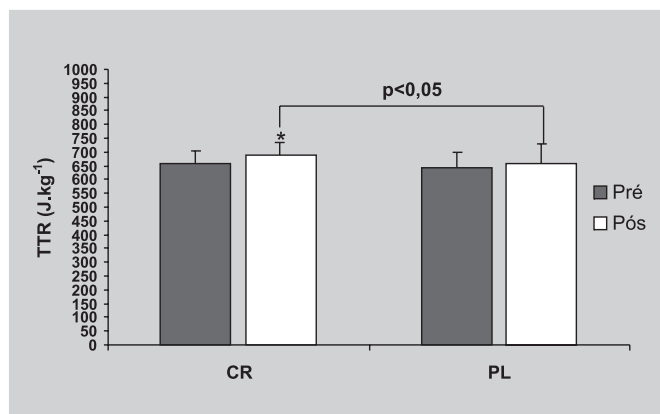


FIGURA 1 - Trabalho total relativo (TTR) pré e pós-suplementação de creatina (CR) e placebo (PL) expresso em $J \cdot kg^{-1}$ (médias e \pm SD). $N = 26$.

além de um controle sistematizado do treinamento durante o período de suplementação, uma vez que diferenças no condicionamento físico podem produzir diferentes resultados sobre desempenho físico, dificultando a comparação entre os grupos nos diferentes momentos do estudo (Snow, Murphy, 2003).

A proposta de controle prévio dos hábitos alimentares objetivou a manutenção destes ao longo do período de suplementação, o que foi constatado, uma vez que o consumo energético não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos nos diferentes momentos do estudo. O controle prévio dos hábitos alimentares tem se mostrado relevante, pois a alta ingestão de proteínas, preferencialmente de origem animal, pode

TABELA I - Características físicas iniciais dos sujeitos (médias \pm SD)

Variáveis	CR(n=13)		PL(n=13)		p
	Média	\pm SD	Média	\pm SD	
Idade (anos)	22,5	2,7	22,9	3,2	0,74
Peso Corporal (kg)	74,9	7,1	71,9	11,3	0,41
Estatura (cm)	178,5	4,8	178,6	4,0	0,93

$N = 26$.

TABELA II - Consumo energético, pré- e pós-suplementação de creatina (CR) e placebo (PL) expresso em kcal (médias \pm SD).

Variáveis	CR(n = 13)	PL(n = 13)	Efeitos	F	p
Energia (kcal)					
Pré	3081 \pm 204	3098 \pm 251	Grupo	0,00	0,92
Pós	3115 \pm 234	3115 \pm 237			
			Tempo	1,39	0,25
			Grupo X Tempo	0,16	0,69

$N = 26$.

TABELA III - Concentrações de creatinina urinária, pré- e pós-suplementação de creatina (CR) e placebo (PL) expresso em g/dia (médias \pm SD).

Variáveis	CR(n = 13)	PL (n = 13)	Efeitos	F	p
Creatinina (g/dia)					
Pré	1,6 \pm 0,2	1,4 \pm 0,3	Grupo	0,29	0,61
Pós	1,8 \pm 0,3	1,4 \pm 0,2	Tempo	0,55	0,49
			Grupo X Tempo	30,69	<0,03

N=26.

minimizar as respostas da suplementação de Cr_m (Snow, Murphy, 2003). Por outro lado, indivíduos tipicamente vegetarianos podem beneficiar-se dessa estratégia, uma vez que possuem menores reservas de creatina intramuscular, bem como de PCr (Burke *et al.*, 2003; Barr, Rideout, 2004).

Foi constatado, nesta investigação, aumento significativo do TTR (somatória do trabalho relativo em cada um dos três testes de Wingate) no grupo CR comparado ao grupo PL após o período de suplementação. Sugere-se que a melhora observada tenha ocorrido devido à maior capacidade em ressintetizar ATP durante os esforços intermitentes, possivelmente pelo aumento nas reservas musculares de CrT e PCr, induzido pela suplementação de Cr_m . Esta hipótese tem sido proposta por outros autores (Balsom, Söderlund, Ekblom, 1994; Peeters, Lantz, Mayhen, 1999; Smith *et al.*, 2004).

Estudo conduzido por Cooke *et al.* (1999) que envolveu um grupo de oito estudantes e investigou inicialmente o efeito da ingestão aguda de Cr_m (25 g/dia por quatro dias) e, posteriormente, período de manutenção de oito semanas (5 g/dia) sobre o desempenho em exercício intermitente anaeróbio (três testes de Wingate separados por intervalos de 6 minutos) demonstrou aumento significativo (8%) no TTR após a ingestão aguda de Cr_m . Em adição, o TTR se manteve significativamente elevado (6%) ao final da oitava semana de suplementação comparada ao grupo placebo. Vale ressaltar que a melhora no desempenho ao final das séries consecutivas do TW após as oito semanas de suplementação foi acompanhada por aumentos significativos nos estoques musculares de Cr, PCr e CrT em 20%, 20% e 21%, respectivamente, comparados aos valores iniciais.

Esses achados corroboram estudos de outros autores, os quais têm atribuído o aumento do trabalho total a um possível aumento na ressíntese de PCr entre os esforços, a partir da suplementação de Cr_m (Febbraio *et al.*, 1995; Havenetidis *et al.*, 1995; Casey *et al.*, 1996; Nevill *et al.*, 1997; Havenetidis *et al.*, 2002; Havenetidis, Bourdas, 2003). O aumento no trabalho

total realizado em esforços intermitentes de alta intensidade e curta duração tem sido relatado até mesmo em curtos períodos de suplementação com creatina ($d \leq 7$ dias) (Birch, Noble, Greenhaff, 1994; Havenetidis *et al.*, 1995; Casey *et al.*, 1996; Havenetidis *et al.*, 2002; Havenetidis, Bourdas, 2003).

Com relação à taxa de excreção de creatinina na urina, não foi observado aumento significativo no grupo que ingeriu creatina, após o período de suplementação, embora o grupo CR apresentasse sua taxa de excreção aumentada (22%) quando comparado ao grupo PL. Estudo conduzido por Harris, Söderlund e Hultman (1992) demonstrou que a saturação de creatina no músculo esquelético está fortemente associada com níveis elevados de creatinina urinária.

Embora o efeito de maior oferta de creatina ao organismo seja melhor avaliado por meio de biópsia muscular, a determinação da creatinina urinária tem se mostrado eficiente como indicador da retenção de creatina pelo organismo (Rawson *et al.*, 2004). Assim, a maioria dos estudos tem utilizado coletas de urina de 24 horas para determinar as concentrações de creatinina urinária. Diferente dos nossos achados, esses estudos têm encontrado taxas de excreção de creatinina significativamente aumentadas após a suplementação com creatina (Hultman *et al.*, 1996; Burke *et al.*, 2001; Havenetidis *et al.*, 2002; Rawson *et al.*, 2002; Havenetidis, Bourdas, 2003; Mendes *et al.*, 2004; Rawson *et al.*, 2004). Esse efeito tem sido atribuído à maior oferta de creatina ao organismo.

CONCLUSÃO

Apartir dos achados do presente estudo podemos concluir que a suplementação com Cr_m (20 g.d⁻¹ por 5 dias, seguido de 3 g.d⁻¹ por 51 dias) por longo período (8 semanas) aumentou a produção de trabalho total em esforços máximos intermitentes no cicloergômetro em homens treinados, sugerindo que a suplementação de Cr_m pode melhorar o desempenho físico em esforços repetidos de alta intensidade e curta duração.

ABSTRACT

Effect of eight weeks of creatine supplementation on relative total work in intermittent maximal efforts in the cycle ergometer of trained men

This study investigated the effect of long-term supplementation with creatine monohydrate (Cr_m) on relative total work (RTW) in intermittent maximal efforts in the cycle ergometer of trained men. Twenty six individuals were randomly divided in creatine group (CR, $n=13$) and placebo group (PL, $n=13$). The subjects received in a double-blind manner, doses of Cr_m or placebo-maltodextrin ($20\text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$ for 5 days and $3\text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$ for 51 subsequent days). The groups had their alimentary habits and physical fitness controlled previously. For determination of the RTW the subjects were submitted to exercise protocol in cycle ergometer comprised three 30s Anaerobic Wingate Test interspersed with two minutes recovery, before and after the supplementation period. ANOVA, followed by the Tukey post hoc test, when $p<0.05$, were used for data treatment. There was a significant time effect for RTW ($F_{1,24}=8.00$; $p<0.05$), with the CR group demonstrating significant greater (3%) on the RTW production compared to PL group after the supplementation period (690.54 ± 46.83 vs $655.71 \pm 74.34\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$ respectively; $p<0.05$). The results of the present study suggest that Cr_m supplementation improve the performance in repeated efforts of high intensity and short duration.

Keywords: Creatine. Supplementation. Anaerobic Performance. Wingate Test. Fatigue.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil, pelo apoio financeiro e bolsas outorgadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Med. Sci. Sports Exercise*, Hagerstown, v.34, n.2, p.364-380, 2002.
- BALSOM, P.D.; GAITANOS, G.C.; EKBLÖM, B.; SJÖDIN, B. Reduced oxygen availability during high intensity intermittent exercise impairs performance. *Acta Physiol. Scand.*, Oxford, v.152, n.3, p.279-285, 1994.
- BALSOM, P.D.; SÖDERLUND, K.; EKBLÖM, B. Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. *Sports Med.*, Atkinson, v.18, n.4, p.268-280, 1994.
- BAR-OR, O. The Wingate anaerobic test: an update on methodology, reliability and validity. *Sports Med.*, Atkinson, v.4, n.6, p.381-394, 1987.
- BARR, S.I.; RIDEOUT, C.A. Nutritional considerations for vegetarian athletes. *Nutrition*, New York, v.20, n.7/8, p.696-703, 2004.
- BIRCH, R.; NOBLE, D.; GREENHAFF, P.L. The influence of dietary creatine supplementation on performance during repeated bouts of maximal isokinetic cycling in man. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, Berlin, v.69, n.3, p.268-270, 1994.
- BRANCH, J.D. Effect of creatine supplementation on body composition and performance: a meta-analysis. *Int. J. Sport Nutr. Exercise Metab.*, Champaign, v.13, n.2, p.198-226, 2003.
- BURKE, D.G.; SMITH-PALMER, T.; HOLT, L.E.; HEAD, B.; CHILIBECK, P.D. The effect of 7 days of creatine supplementation on 24-hour urinary creatine excretion. *J. Strength Cond. Res.*, Champaign, v.15, n.1, p.59-62, 2001.
- BURKE, D.G.; CHILIBECK, P.D.; PARISE, G.; CANDOW, D.G.; MAHONEY, D.; TARNOPOLSKY, M. Effect of creatine and weight training on muscle creatine and performance in vegetarians. *Med. Sci. Sports Exercise*, Hagerstown, v.35, n.11, p.1946-1955, 2003.
- CASEY, A.; CONSTANTIN-TEODOSIU, D.; HOWELL, S.; HULTMAN, E.; GREENHAFF, P.L. Creatine ingestion favorably affects performance and muscle metabolism during maximal exercise in humans. *Am. J. Physiol.*, Bethesda, v.271, n.34, p.31-37, 1996.
- COOKE, C.B.; THEODOROU, A.; KING, R.F.G.J.; GIBBON, W.; FRAIN, M. The effects of a creatine maintenance dosage on muscle metabolites and anaerobic performance. *Med. Sci. Sports Exercise*, Hagerstown, v.31, n.5, suppl., p.S354, 1999.

- DAWSON, B.; CUTLER, M.; MOODY, A.; LAWRENCE, S.; GOODMAN, C.; RANDALL, N. Effects of oral creatine loading on single and repeated maximal short sprints. *Aust. J. Sci. Med. Sport*, Pennant Hills, v.27, n.3, p.56-61, 1995.
- FEBBRAIO, M.A.; FLANAGAN, T.R.; SNOW, R.J.; ZHAO, S.; CAREY, M.F. Effect of creatine supplementation on intramuscular TCr, metabolism and performance during intermittent, supramaximal exercise in humans. *Acta Physiol. Scand.*, Oxford, v.155, n.4, p.387-395, 1995.
- GORDON, C.C.; CHUMLEA, W.C.; ROCHE, A.F. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T.G.; ROCHE, A.F.; MARTORELL, R., eds. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign: Human Kinetics, 1988. p.3-8.
- GREEN, A.L.; HULTMAN, E.; MacDONALD, I.A.; SEWELL, D.A.; GREENHAFF, P.L. Carbohydrate ingestion augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in humans. *Am. J. Physiol.*, Bethesda, v.271, n.5, p.821-826, 1996a.
- GREEN, A.L.; SIMPSON, E.J.; LITTLEWOOD, J.J.; MacDONALD, I.A.; GREENHAFF, P.L. Carbohydrate ingestion augments creatine retention during creatine feeding in humans. *Acta Physiol. Scand.*, Oxford, v.158, n.2, p.195-202, 1996b.
- GREEN, J.M.; McLESTER Jr., J.R.; SMITH, J.E.; MANSFIELD, E.R. The effects of creatine supplementation on repeated upper- and lower-body Wingate performance. *J. Strength Cond. Res.*, Champaign, v.15, n.1, p.36-41, 2001.
- GREER, F.; McLEAN, C.; GRAHAM, T.E. Caffeine, performance, and metabolism during repeated Wingate exercise tests. *J. Appl. Physiol.*, Bethesda, v.85, n.4, p.1502-1508, 1998.
- HARRIS, R.C.; SÖDERLUND, K.; HULTMAN, E. Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clin. Sci.*, Colchester, v.83, n.3, p.367-374, 1992.
- HAVENETIDIS, K.; COOKE, C.B. The effect of repeated trials on peak anaerobic power when performing the anaerobic Wingate test. *J. Sports Sci.*, London, v.13, n.1, p.30-31, 1995.
- HAVENETIDIS, K.; COOKE, C.B.; KING, R.F.G.J.; BUTTERLY, R. The effect of creatine supplementation on repeated 30 s cycle sprints in man. *J. Physiol.*, Oxford, v.483, suppl.1, p.122, 1995.
- HAVENETIDIS, K.; THEODOROU, A.; COOKE, C.B.; KING, R.F.G.J. Effects of an acute cr loading on muscle metabolites and anaerobic performance. In: ANNUAL CONGRESS OF THE EUROPEAN COLLEGE OF SPORT SCIENCE, 7, Athens, 2002. *Proceedings*. Athens: Pashalidis Medical Publisher, 2002. p.593.
- HAVENETIDIS, K.; MATSOUKA, O.; COOKE, C.B.; THEODOROU, A. The use of varying creatine regimes on sprint cycling. *J. Sports Sci. Med.*, Bursa, v.2, n.3, p.88-97, 2003.
- HAVENETIDIS, K.; MATSOUKA, O.; KONSTADINOU, V. Establishment of the highest peak anaerobic power prior to the commencement of the anaerobic Wingate test. *J. Hum. Mov. Stud.*, London, v.44, n.1, p.479-487, 2003.
- HAVENETIDIS, K.; BOURDAS, D. Creatine supplementation: effects on urinary excretion and anaerobic performance. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, Torino, v.43, n.3, p.347-355, 2003.
- HULTMAN, E.; GREENHAFF, P.L.; REN, J.M.; SODERLUND, K. Energy metabolism and fatigue during intense muscle contraction. *Biochem. Soc. Trans.*, Colchester, v.19, n.2, p.347-353, 1991.
- HULTMAN, E.; SÖDERLUND, K.; TIMMONS, J.A.; CEDERBLAD, G.; GREENHAFF, P.L. Muscle creatine loading in men. *J. Appl. Physiol.*, Bethesda, v.81, n.1, p.232-237, 1996.
- INBAR, O.; BAR-OR, O.; SKINNER, J.S. *The Wingate anaerobic test*. Champaign: Human Kinetics, 1996. 110p.
- MENDES, R.R.; PIRES, I.; OLIVEIRA, A.; TIRAPEGUI, J. Effects of creatine supplementation on the performance and body composition of competitive swimmers. *J. Nutr. Biochem.*, New York, v.15, n.8, p.473-478, 2004.
- MENDES, R.R.; TIRAPEGUI, J. Considerações sobre exercício físico, creatina e nutrição. *Rev. Bras. Cienc. Farm.*, São Paulo, v.35, n.2, p.195-209, 1999.

- MESA, J.L.; RUIZ, J.R.; GONZALEZ-GROSS, M.M.; GUTIERREZ SAINZ, A.; CASTILLO GARZON, M.J. Oral creatine supplementation and skeletal muscle metabolism in physical exercise. *Sports Med.*, Atkinson, v.32, n.14, p.903-944, 2002.
- NARAYANAN, S.; APPLETON, H.D. Creatinine: a review. *Clin. Chem.*, Washington, v.26, n.8, p.1119-1126, 1980.
- NEVILL, A.M.; JONES, D.A.; McINTYRE, D.; BOGDANIS, G.C.; NEVILL, M.E. A model for phosphocreatine resynthesis. *J. Appl. Physiol.*, Bethesda, v.82, n.1, p.329-335, 1997.
- OKANO, A.H.; DODERO, S.R.; COELHO, C.F.; GASSI, E.R.; ALTIMARI, L.R.; SILVA, C.C.; OKANO, R.O.; CYRINO, E.S. Efeito da aplicação de diferentes cargas sobre o desempenho motor no teste de Wingate. *Rev. Bras. Ciên. Mov.*, Brasília, v.9, n.4, p.39-44, 2001.
- PEETERS, B.M.; LANTZ, C.D.; MAYHEN, J.L. Effect of oral creatine monohydrate and creatine phosphate supplementation on maximal strength indices, body composition, and blood pressure. *J. Strength Cond. Res.*, Champaign, v.13, n.1, p.3-9, 1999.
- PREVOST, M.C.; NELSON, A.G.; MORRIS, G.S. Creatine supplementation enhances intermittent work performance. *Res. Q. Exercise Sport*, Washington, v.68, n.3, p.233-240, 1997.
- RAWSON, E.S.; CLARKSON, P.M.; PRICE, T.B.; MILES, M.P. Differential response of muscle phosphocreatine to creatine supplementation in young and old subjects. *Acta Physiol. Scand.*, Oxford, v.174, n.1, p.57-65, 2002.
- RAWSON, E.S.; PERSKI, A.M.; PRICE, T.B.; CLARKSON, P.M. Effects of repeated creatine supplementation on muscle, plasma, and urine creatine levels. *J. Strength Cond. Res.*, Champaign, v.18, n.1, p.162-167, 2004.
- SMITH, S.A.; MONTAIN, S.J.; ZIENTARA, G.P.; FIELDING, R.A. Use of phosphocreatine kinetics to determine the influence of creatine on muscle mitochondrial respiration: an in vivo ³¹P-MRS study of oral creatine ingestion. *J. Appl. Physiol.*, Bethesda, v.96, n.6, p.2288-2292, 2004.
- SNOW, R.J.; MURPHY, R.M. Factors influencing creatine loading into human skeletal muscle. *Exercise Sport Sci. Rev.*, Riverside, v.31, n.3, p.154-158, 2003.
- VANDENBERGHE, K.; GILLIS, N.; VAN LEEMPUTTE, M.; VAN HECKE, P.; VANSTAPEL, F.; HESPEL, P. Caffeine counteracts the ergogenic action of muscle creatine loading. *J. Appl. Physiol.*, Bethesda, v.80, n.2, p.452-457, 1996.
- VOLEK, J.S.; RAWSON, E.S. Scientific basis and practical aspects of creatine supplementation for athletes. *Nutrition*, New York, v.20, n.7/8, p.609-614, 2004.

Recebido para publicação em 29 de setembro de 2005.

Aceito para publicação em 16 de março de 2006.