

Suplementação de monidrato de creatina: efeitos sobre a composição corporal, lactacidemia e desempenho de nadadores jovens

Milton Rocha de Moraes¹
Herbert Gustavo Simões²
Carmen Silvia Grumbert Campbell³
Vilmar Baldissera⁴

¹Departamento de Biofísica - Universidade Federal de São Paulo - SP

^{1 2 3}Universidade de Mogi das Cruzes- SP

⁴Universidade Federal de São Carlos - SP

Resumo: Com o objetivo de investigar os efeitos da administração oral de Cr sobre o desempenho, pico de lactato sanguíneo (lac), e composição corporal (CC), 12 nadadores jovens (15,1±1,1 anos; 58,7±7,0 Kg) foram divididos em grupos suplementado (GS, n=6) e controle (GC, n=6). Durante 5 dias, 4 vezes ao dia, administrou-se suplementação de 5g de Cr+50g de maltodextrina para o GS, e apenas 50g de maltodextrina para GC. Tempo e lac foram mensurados pré e pós período de suplementação, nos seguintes testes de nado crawl: 1) 2x 25m, com 30 seg. de pausa, 2) 2x100m com 2min. de pausa, e 3) 1x700m. A CC foi determinada por bioimpedância, e somatório de dobras cutâneas também foi realizado pré e pós suplementação. Não foram observadas diferenças significativas para o tempo e lac em exercícios aeróbios e anaeróbios após suplementação para ambos os grupos. Verificou-se, para GS, retenção hídrica corporal de 1,5 (±0,5) litros e conseqüente aumento de 1,0 (±0,4) Kg na massa magra (p< 0,05), porém sem efeito significativo sobre o desempenho e lac em nadadores jovens..

Palavras-chave: Creatina, composição corporal, desempenho, lactato sanguíneo, natação.

Creatine monohydrate supplementation: Effects upon body composition, blood lactate and performance in young swimmers

Abstract: In order to verify the effects of oral Cr supplementation on performance, peak blood lactate (lac) levels and lean-fat body composition were determined for twelve young swimmers (15.1±1.1 years; 58.7±7.0 kg). Two groups were randomly assigned: supplemented group (SG, n=6) and control group (CG, n=6). For five days both groups received the following supplementation four times a day: 5g Cr + 50g of maltodextrine for SG and 50g of maltodextrine only for CG. The time and lac were measured before and after a five-day period of supplementation, and after a crawl-style swimming test: 1) 2x25m with 30-second rest, 2) 2x100m with 2-minute rest and 3) 1x700m trial. Bio impedance was applied for body composition, and sum of skin folds was determined before and after supplementation. Significant increase on the fat free mass of 1.0 (±0.4) kg with total body water retention of 1.5 (±0.5) liters was observed only for SG (p< .05). In fact, the increase in fat free mass may be due to the Cr-induced body water retention. No differences were found for the time and lac in aerobic and anaerobic exercises. We concluded that Cr supplementation for young swimmers (20g Cr/day for 5 days) increases fat free mass with no impact on performance.

Key Words: Creatine, body composition, performance, blood lactate, swimming.

Introdução

A creatina (Cr) é uma substância sintetizada no fígado, pâncreas e rins a partir dos aminoácidos glicina, arginina e metionina, e pode ser obtida pela ingestão de carnes de origem animal. Em seres humanos, 95% da Cr total está armazenada na musculatura esquelética (BALSOM et al., 1994).

A Cr pode ligar-se com uma molécula de fosfato, formando o composto Fosfato de Creatina (CP), que é

importante para ressíntese de Adenosina Trifosfato (ATP). Esta ressíntese é mediada pela enzima creatina cinase que cliva a CP, disponibilizando o fosfato para formação de nova molécula de ATP a partir de Adenosina Difosfato – ADP. Este sistema, denominado Anaeróbio Alático, é importante para ressíntese de ATP durante contrações musculares intensas e de duração inferior a 10 segundos (GREENHAFF;TIMMOMNS, 1998). Vários estudos têm demonstrado que a suplementação de Cr resulta em aumento

dos níveis de CP intramusculares, diminuição da fadiga e conseqüente melhora de desempenho neste tipo de exercício (GREENHAFF et al., 1994a; HARRIS et al., 1992).

Balsom et al. (1994) relataram aumentos de até 25% nos estoques intramusculares de Cr total (Cr livre e fosfocreatina) após suplementação de 20g de Cr por dia, durante 5 dias. Segundo Greenhaff (1995), este aumento das reservas de Cr resulta em aumento na capacidade de ressíntese de ATP durante o exercício, o que justificaria a melhora de desempenho verificada em estudos anteriores como os de Balsom et al. (1993a), Greenhaff et al. (1993), Söderlund et al. (1994) e Birch et al. (1994). Em estudo realizado por Birch et al. (1994), os autores verificaram aumento na potência pico em esforço intermitente realizado em cicloergômetro, após 5 dias de suplementação de Cr. Greenhaff e Timmons (1998) relatam melhora de até 7% no desempenho em exercícios anaeróbios após suplementação de Cr. No entanto, alguns autores não verificaram efeitos significativos da administração de Cr sobre o desempenho em exercícios de potência anaeróbia realizados em cicloergômetro (EARNEST et al., 1994; COOKE et al., 1995; ODLAND et al., 1997), bem como em 3 séries de *sprint* de 60m de corrida a 100% de intensidade (REDONDO et al., 1995), ou ainda em uma única série de 25, 50 e 100m de natação (BURKE et al., 1995; MUJIKKA et al., 1996).

Além das indiscutíveis evidências de aumento nas reservas intramusculares de Cr total (BALSON et al., 1994; HARRIS et al., 1992; ODLAND et al., 1997; GREENHAFF & TIMMONS, 1998), a suplementação de Cr pode resultar também em alterações no peso e composição corporal (BALSON et al., 1993b; GREENHAFF et al., 1993; EARNEST et al., 1994; MUJIKKA et al., 1996). Aumentos de até 1kg no peso corporal têm sido relatados após suplementação de 20g Cr/dia, durante 6 dias (EARNEST et al., 1995). Balsom et al. (1994) e Greenhaff et al. (1995) relatam que a Cr é um ergogênico eficiente e sua utilização não é considerada ilegal pelo Comitê Olímpico Internacional - COI. Anderson (1993) relata que atletas como o britânico Linfordie Christie - campeão da prova dos 100m rasos, e Sally Gunenell - campeã na corrida de 400m com barreiras, ambos nas Olimpíadas de Barcelona 1992, já utilizavam Cr como recurso ergogênico. Tem sido relatado que a suplementação de Cr não apresenta efeitos colaterais (TERJUNG et al., 2000; POORTMANS e FRANCAUX, 1999). Atualmente várias empresas comercializam Cr, especialmente na forma de monoidrato de creatina, e um número cada vez maior de pessoas tem se utilizado deste recurso com o objetivo de melhorar a composição corporal e

desempenho atlético. Unnithan et al. (2001), Metzl et al. (2001) e McGuine et al. (2001) relatam que a literatura disponível sobre suplementação de Cr em crianças e adolescentes é limitada, havendo portanto a necessidade de mais pesquisas sobre suplementação de Cr em atletas jovens. Além disso, poucos estudos têm investigado os efeitos da suplementação de Cr em nadadores. Assim, o propósito deste estudo foi investigar, em nadadores jovens, os efeitos da suplementação de creatina sobre a composição corporal, desempenho e concentração de lactato sanguíneo em exercícios aeróbios e anaeróbios.

Metodologia

Participantes

Após apresentação de um termo de consentimento informado sobre os riscos e benefícios do estudo, e autorização formal dos pais ou responsáveis concordando com a participação de seus dependentes, 12 nadadores jovens e saudáveis (10 homens e 2 mulheres), integrantes da equipe Aqua-Master Academia/UMC, com idade entre 14 e 17 anos, participaram deste estudo. Todos os procedimentos, aos quais os participantes seriam submetidos, foram aprovados pelo comitê de ética de pesquisa em seres humanos da Universidade de Mogi das Cruzes. Os participantes realizaram seu treinamento normalmente durante o período experimental, com exceção dos dias em que foram aplicados os testes da metodologia proposta neste estudo. As características gerais dos nadadores estudados estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Características dos voluntários que participaram do estudo (n= 12).

	Idade (anos)	Peso (Kg)	Altura (cm)	Tempo de Treino (anos)
Média +SD	15,1±1,1	58,7±7,0	170,1±7,9	5,3±7,7

Divisão dos grupos

Os voluntários foram selecionados por tempos médios (segundos) em cada prova e divididos em dois grupos homogêneos: Grupo Suplementado (GS) que recebeu Cr adicionada à maltodextrina (n = 6; 5 meninos, 1 menina), e um Grupo Controle (GC) que recebeu apenas maltodextrina (n = 6; 5 meninos, 1 menina). Neste estudo utilizou-se creatina monoidratada como forma de suplementação de Cr.

Suplementação

A suplementação foi realizada de duas maneiras: 1) Suplementação de Cr monoidratada (Twinlab-USA)

adicionada à maltodextrina (Schettert Nutracêutica) para o GS; e 2) Apenas administração de maltodextrina para o GC. O GS ingeriu 5g de Cr adicionados a 50g de maltodextrina diluídos em 300 ml de água, 4 vezes ao dia, resultando num total de 20g de Cr/dia, durante 5 dias. O GC ingeriu apenas 50g de maltodextrina diluída em 300ml de água, 4 vezes ao dia, durante 5 dias. Nenhum voluntário foi informado sobre qual substância estaria sendo ingerida, nem os avaliadores sabiam quais eram os indivíduos que estavam sendo suplementados, caracterizando assim um procedimento do tipo duplo cego. Dessa maneira, a maltodextrina (carboidrato simples) foi administrada para mascarar a presença ou não de Cr nas soluções ingeridas, além de potencializar a captação muscular de Cr para o GS, conforme sugerido por Green et al. (1996). Os voluntários foram orientados a ingerir as substâncias junto às refeições.

Testes realizados

Ambos os grupos foram avaliados antes e após 5 dias de suplementação de Cr / ou placebo. Nenhum tipo de treinamento foi realizado no período de 24 horas que antecedeu a bateria de testes proposta. Os seguintes testes foram aplicados:

- 1) 2 séries de 25 m nado crawl a 100% de intensidade, com 30 segundos de pausa.
- 2) aos 15 minutos de recuperação após o teste 1, foram realizadas 2 séries de 100m nado crawl a 100% de intensidade, com 2 minutos de pausa.
- 3) 1 série de 700m nado crawl, no menor tempo possível. Cada sessão de testes teve seu início após 15 minutos de exercícios leves na água como forma de aquecimento.

Os testes 1 e 2 foram realizados no mesmo dia, enquanto o teste 3 foi realizado no dia seguinte à realização dos testes 1 e 2.

Coleta de sangue para dosagem de lactato

Ao final de cada um dos testes de avaliação física (2x25m; 2x100m e 1x700m), foram realizadas coletas de sangue arterializado. Foram utilizadas luvas cirúrgicas descartáveis, e após assepsia local com álcool, foi feita punção do lóbulo da orelha por meio de lanceta descartável, sendo coletados 25µl de sangue capilarizado aos 1, 3 e 5 min de recuperação após 2x25m e 1x700m (testes 1 e 3 respectivamente); e aos 4, 7 e 10 min de recuperação após os 2x100m (teste 2). As amostras foram depositadas em tubos ependorfs contendo 50µl de fluoreto de sódio 1%, estocadas em recipientes térmicos com gelo e levadas até o laboratório, onde as amostras foram

analisadas determinando-se os níveis de lactato sanguíneo pelo método eletro-enzimático modelo YSI 1.500 STAT (Yellow Springs Inc., USA).

Composição corporal e somatório de dobras cutâneas

Foram realizadas mensurações da composição corporal, peso corporal e somatório de dobras cutâneas, pré e pós-suplementação, para ambos os grupos.

A composição corporal foi identificada pelo método de Bioimpedância, utilizando-se o aparelho *Biodimics Body 310* (USA), emitindo uma corrente bioelétrica de baixa intensidade (800A - 50KHz), medindo a resistência e reactância oferecida pelos dois principais componentes do corpo humano, ou seja, massa gorda e massa magra. Tal metodologia possibilita, a partir da propagação da corrente bioelétrica de baixa intensidade através dos líquidos corporais (especialmente tecido muscular), quantificar indiretamente a quantidade de massa magra, gordura e água corporal (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1998).

As dobras cutâneas foram mensuradas (*Lange Skinfold Caliper*, USA), conforme sugerido por Guedes (1985), a partir das dobras tricipital, abdominal e supra-iliaca (para rapazes), e subescapular, supra-iliaca e coxa (para moças). Contudo, como as equações para determinação da densidade corporal e percentual de gordura propostas por este autor foram elaboradas para indivíduos com idade superior a de nossos participantes, apenas os resultados do somatório das dobras cutâneas estão sendo apresentados para comparação.

Tratamento estatístico

Nos testes de velocidade (2x25; 2x100 e 1x700m) a Análise de Variância com Medidas Repetidas (ANOVA 2x2) foi aplicada para ambos os grupos (suplementado e placebo). Para análise dos resultados da composição corporal, somatório de dobras cutâneas e Lactacidemia foi aplicado o teste *t* de *Student* para amostras pareadas, para verificar as diferenças encontradas entre as variáveis estudadas em pré e pós-suplementação para ambos os grupos. Foi aceito nível de significância de $p < 0,05$.

Resultados

Composição corporal

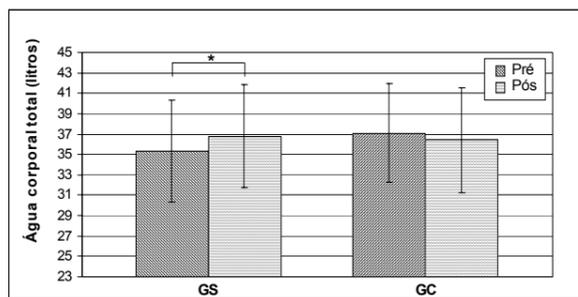
A tabela 2 e a figura 1 apresentam resultados relativos ao peso e composição corporal determinados por bioimpedância, bem como os resultados do somatório de dobras cutâneas, pré e pós-suplementação para ambos os grupos.

Tabela 2. Resultados médios (\pm DP) de variáveis biométricas dos participantes do Grupo Suplementado com Cr (GS) e Grupo Controle (GC), pré e pós-tratamento.

Variáveis Biométricas	Grupo Suplementado		Grupo Controle	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Peso (Kg)	57,5 \pm 10,8	58,6 \pm 10,7*	59,9 \pm 4,9	60,5 \pm 5,1
%Gordura (bioimpedância)	10,9 \pm 8,7	11,2 \pm 8,9*	9,6 \pm 5,8	10,2 \pm 6,9
Massa Magra (Kg) (bioimpedância)	50,8 \pm 8,6	51,6 \pm 8,8*	53,7 \pm 6,1	53,3 \pm 6,9
Quantidade de água na massa magra (%)	68,0 \pm 0,7	68,9 \pm 0,8*	68,7 \pm 2,0	68,1 \pm 2,1*
Somatório de Dobras Cutâneas	31,8 \pm 21,5	31,7 \pm 23,4	27,4 \pm 18,3	26,4 \pm 19,0

* Diferença significativa em relação ao pré-teste ($p < 0,05$).

As alterações na quantidade de água corporal total (litros) medida por bioimpedância foram estatisticamente significantes ($p < 0,05$) em pré/pós-suplementação para o GS, que apresentou aumento tanto na água corporal total, quanto no percentual de água na massa magra (figura 1 e tabela 2 respectivamente). Como pode ser observado na tabela 2, foi verificada ainda uma diminuição no percentual de água na massa magra para o GC após tratamento ($p < 0,05$). Os resultados da bioimpedância revelaram um aumento da massa magra em pós-teste para o GS ($p < 0,05$). Também foi verificado um pequeno aumento no percentual de gordura medido por bioimpedância para o GS ($p < 0,05$), apesar de não ter ocorrido alteração significativa para o somatório de dobras cutâneas ($p > 0,05$) após tratamento, como mostra a tabela 2. O GC não apresentou diferenças significativas ($p > 0,05$) tanto para a massa magra e percentual de gordura (bioimpedância), quanto para os valores referentes ao somatório de dobras cutâneas após tratamento.



* Diferença significativa em relação ao pré-teste ($p < 0,05$).

Figura 1. Valores médios da quantidade de água corporal total (L) em pré e pós-tratamento para o Grupo Suplementado (GS; 20g Cr/dia - 5dias) e Grupo Controle (GC; Placebo).

Desempenho

A tabela 3 apresenta os resultados dos testes de 2 x 25m, 2 x 100m, e 1 x 700m, em pré e pós-suplementação. Não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas para os tempos nos testes de 2 x 25m, 2 x 100m e 1 x 700m em pré e pós-teste para ambos os grupos ($p > 0,05$).

Tabela 3. Valores médios dos tempos (s) nos testes de 2 x 25m, 2 x 100m e 1 x 700m nado crawl, pré e pós-tratamento, para ambos os grupos estudados (Suplementado com Cr - GS, e Controle - GC).

TESTE	Grupo Suplementado (n=6)		Grupo Controle (n=6)	
	Tempo (s)		Tempo (s)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
1º 25m	12,8 \pm 0,7	12,9 \pm 0,8	12,6 \pm 0,7	12,7 \pm 0,5
2º 25m	13,4 \pm 0,8	13,3 \pm 0,9	13,2 \pm 0,8	13,1 \pm 0,6
1º 100m	64,3 \pm 4,3	63,5 \pm 4,3	63,6 \pm 2,6	64,2 \pm 3,1
2º 100m	68,3 \pm 4,7	67,4 \pm 5,2	69,5 \pm 2,6	68,2 \pm 2,3
700m	546,4 \pm 40,5	544,4 \pm 43,7	562,5 \pm 23,6	558,5 \pm 26,5

Lactacidemia

A tabela 4 apresenta os valores de pico de lactato sanguíneo (mmol/L) após os testes de 2 x 25, 2 x 100 e 1 x 700m; não foram verificadas alterações estatisticamente significativas ($p > 0,05$) em pré e pós-suplementação para ambos os grupos.

Tabela 4. Pico de lactato sanguíneo (mmol/L) em testes anaeróbios e aeróbios (nado crawl), para ambos os grupos estudados (Suplementado com Cr - GS, e Controle - GC), pré e pós suplementação.

TESTE	G. Suplementado		G. Controle	
	Lactato (mmol/L)		Lactato (mmol/L)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
2x25m c/ 30, pausa	9,5 \pm 2,2	9,2 \pm 2,4	8,9 \pm 1,1	9,1 \pm 1,8
2x100m c/ 2' pausa	13,7 \pm 1,6	13,0 \pm 1,9	12,7 \pm 1,9	13,6 \pm 2,5
1x700m	9,2 \pm 0,9	9,5 \pm 1,4	9,4 \pm 2,6	9,0 \pm 2,5

Discussão

As diferenças significativas observadas no presente estudo foram as alterações verificadas na composição corporal após suplementação de Cr. O GS apresentou um aumento de peso corporal e da massa magra após suplementação ($p < 0,05$; tabela 2) e um aumento na quantidade de água corporal total

Motriz, Rio Claro, v.10, n.1, p.15-24, jan./abr. 2004

(figura 1). O grupo de indivíduos suplementados com Cr apresentou alteração significativa no peso corporal, com aumento entre 0,7 e 1,8kg (aproximadamente 2%). Balsom et al. (1995), verificaram que os ganhos de peso corporal, após 6 dias de suplementação de Cr, estão acompanhados de uma elevação substancial na concentração de Cr no músculo esquelético. Além disso, tem sido sugerido que este ganho de peso possa ocorrer devido à retenção hídrica induzida pela suplementação de Cr (EARNEST et al. 1995; BALSOM et al. 1994). No presente estudo, teste de bioimpedância evidenciou que a suplementação de Cr resulta em aumento significativo na quantidade de água corporal (figura 1), especialmente na quantidade de água na massa magra, justificando assim as alterações na composição corporal observadas GS (tabela 2).

Earnest et al. (1995), utilizando método de pesagem hidrostática, também verificaram que o principal sítio de aumento de volume corporal após a suplementação de Cr é a massa magra. Segundo Green et al. (1996), a ingestão oral de Cr resulta em aumento nos níveis plasmáticos desta substância, com conseqüente difusão e aumento das reservas intracelulares de Cr total. É possível que este aumento no teor de Cr desencadeie uma maior pressão osmótica, com conseqüente retenção hídrica intracelular, o que justificaria o aumento na quantidade de água corporal total encontrada no presente estudo para o GS após suplementação (figura 1), sendo que o mesmo não ocorreu com o GC, que apresentou inclusive diminuição do percentual de água na massa magra após período de tratamento (tabela 2).

Como pode ser observado na tabela 2, apesar de ter sido observado um aumento no percentual de gordura medido por bioimpedância para o GS, não verificou-se alteração significativa para o somatório de dobras cutâneas destes participantes. A dissociação destes indicadores de gordura corporal, após suplementação de Cr, podem ser explicados devido à retenção hídrica causada pela Cr. A literatura tem mostrado que o nível de hidratação imediatamente antes do teste de bioimpedância pode interferir nos resultados de percentual de gordura dos avaliados (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1998). Já a mensuração de dobras cutâneas parece não apresentar este tipo de limitação de forma tão pronunciada (SLAUGHTER et al., 1988). Assim, o aumento significativo observado para o peso corporal no presente estudo, sem que tenha ocorrido alteração no somatório das dobras cutâneas (tabela 2), confirma evidências de outros autores sugerindo que a suplementação de Cr resulta especialmente em aumento na

massa magra, como fora observado para os participantes do GS.

Com relação ao desempenho, o GS não apresentou melhora estatisticamente significativa nos tempos em 25, 100 e 700m após suplementação. No entanto, o grupo suplementado apresentou uma tendência de diminuição do tempo (melhora de desempenho) no teste de 100m nado *crawl* ($p=0,08$), enquanto o GC, para o mesmo teste, apresentou tendência de aumento no tempo (piora de desempenho) na 1ª série (tabela 3).

Segundo Greenhaff et al. (1994a), indivíduos suplementados com Cr apresentam maior ressíntese de fosfocreatina, menor fadiga e melhora do desempenho em exercícios intensos de curta duração. Apesar da Cr exercer um efeito importante sobre o sistema anaeróbio alático (BALSOM et al. 1994; GREENHAFF; TIMMONS, 1998), em nosso estudo não foi verificada diferença significativa no desempenho em teste de 2 x 25m com 30s de pausa, após ingestão de Cr. Talvez este protocolo não seja sensível às alterações decorrentes da suplementação de Cr, por serem apenas 2 séries de um esforço de curtíssima duração, e com pausa recuperativa de 30s, a qual permite ressintetizar aproximadamente 80% das reservas de fosfocreatina. Em estudo semelhante, Leenders et al. (1999) também não verificaram diferenças nos tempos de 25 m nado *crawl* após suplementação de Cr.

Possivelmente a fadiga central seja a principal causa de fadiga no protocolo de 2 x 25m empregado no presente estudo, e não as reservas iniciais de fosfocreatina ou sua capacidade de ressíntese durante o exercício. Sendo assim é possível que um esforço com duração de aproximadamente 60 segundos, como as duas séries de 100m (anaeróbio láctico) utilizadas no presente estudo, sejam mais sensíveis aos efeitos da suplementação de Cr do que as duas séries intermitentes de 25m. Além disso, os voluntários realizaram, em uma mesma sessão de testes, 2 x 25 m seguidos de 2 x 100m, caracterizando uma série de exercícios intervalados. É possível então que o grupo suplementado tenha tido uma melhor recuperação durante as séries de testes que antecederam os 2 x 100m, com conseqüente tendência de melhora no tempo de 100m após suplementação de Cr (tabela 3).

Grindstaff et al. (1997) observaram melhora de desempenho em nadadores adolescentes após suplementação de Cr durante 3 séries de 100m com pausa de 60 seg., sendo que a melhora foi observada apenas na 3ª série. Assim, é possível que um maior número de séries (talvez 3 séries com pausa de 1 minuto) sejam mais efetivas para se investigar os

efeitos da suplementação de Cr do que o protocolo empregado no presente estudo (2 séries). Theodorou et al. (1999) também verificaram melhora significativa no desempenho durante sessão de exercício intermitente (8 x 100m) após administração de suplementação de Cr (25gr por 4 dias), sendo que a melhora foi observada a partir da 6ª série de exercício.

Como foi relatado na metodologia, tanto o GC quanto o GS realizaram um treinamento de características semelhantes durante o período entre Os testes pré e pós-tratamento, de forma a dar seqüência ao treinamento que vinha sendo realizado. Durante o período experimental, os resultados do pós-tratamento demonstram que o GC apresentou uma tendência a piorar o tempo de nado para o teste de 100m, enquanto o GS apresentou resultados contrários (tabela 3). É possível que, durante o período experimental de 9 dias (2 dias de testes, 5 dias de suplementação/placebo, e mais 2 dias de re-testes), as sessões de treinamentos durante o período de tratamento, associadas à bateria de testes (testes e re-testes) por nós aplicada tenham resultado em uma sobrecarga elevada para os voluntários. Provavelmente tal sobrecarga não tenha permitido uma recuperação adequada para o GC, justificando a tendência de piora no tempo de nado verificada no teste de 100m para este grupo. O fato de o GC apresentar diminuição na quantidade de água na massa magra ($p < 0,05$), uma tendência à diminuição da massa magra medida por bioimpedância (tabela 2), e também tendência de aumento na lactacidemia nos testes pós-tratamento (tabela 4), reforçam esta hipótese. Como o GS estava ingerindo Cr, é possível que a suplementação tenha contribuído para um menor desgaste físico durante o período, o que explicaria um comportamento distinto entre os dois grupos com relação às alterações de composição corporal e tendência de melhora no desempenho, como fora observado para GS. Observando-se a tabela 2, nota-se que, ao contrário do GC, o GS apresentou aumento da massa magra e da quantidade de água corporal após suplementação de Cr ($p < 0,05$), e uma tendência à menor lactacidemia após os testes anaeróbios (tabela 4).

Alguns estudos demonstraram melhora de desempenho em nadadores após suplementação de creatina (GRINDSTAFF et al., 1997; PEYREBRUNE et al., 1998; LEENDERS et al., 1999). No entanto, na maioria destes estudos a creatina foi administrada por um período maior do que 5 dias, utilizando-se ainda de protocolos de exercícios intermitentes com maior número de séries do que o protocolo utilizado no presente estudo. Grindstaff et al. (1997) administraram Cr durante 9 dias, sendo 21g por dia, em jovens nadadores ($15,3 \pm 0,6$ anos), homens ($n=7$) e mulheres

($n=11$), e observaram melhora estatisticamente significativa em 3 séries de 50m e 100m, com 60 seg. de pausa.

Os resultados do teste de 1 x 700m mostram que a Cr não exerce influência sobre o desempenho em exercícios de características predominantemente aeróbias. O mesmo foi observado por Thompson et al. (1996), que suplementaram 10 nadadoras com 2 gramas de Cr por dia, durante 42 dias, e não observaram alterações significantes no desempenho em 1 série de 400m. Este resultado já era esperado, pois se sabe que as reservas intramusculares de fosfocreatina não exercem efeitos sobre a ressíntese de ATP pelo sistema oxidativo (BALSOM et al., 1993b).

A literatura apresenta resultados conflitantes com relação aos efeitos da Cr sobre o desempenho no nado. Em estudos realizados com nadadores após suplementação de Cr, Mujika et al. (1996) verificaram uma tendência a prejuízos no desempenho de nadadores após suplementação de Cr em provas de 25 ou 50m. Segundo estes autores, isto ocorreria devido à diminuição da eficiência mecânica causada pelo aumento na resistência e diminuição da flutuabilidade associados ao aumento da massa corporal. Em nosso estudo os nadadores aumentaram 1,1 kg na massa corporal total (tabela 2), no entanto sem prejuízo no desempenho. Leenders et al. (1999) verificaram que a suplementação de Cr para nadadores resulta em melhora de desempenho em 6 séries de 50m, enquanto que em séries sucessivas de 25 metros não foram verificadas diferenças após suplementação de Cr.

Greenhaff e Timmons (1998) relatam a existência de indivíduos que respondem melhor à suplementação de Cr do que outros. Estes autores sugerem que, quando comparadas às fibras do tipo I, as fibras musculares do tipo II apresentam maiores aumentos nos estoques de fosfocreatina após suplementação de Cr, e que a melhora no desenvolvimento de potência muscular após este tipo de suplementação é diretamente proporcional ao aumento nos estoques intramusculares de Cr. Sendo assim é possível que indivíduos velocistas, os quais possuem um maior percentual de fibras do tipo II, apresentem uma melhor resposta à suplementação de Cr. Em nosso estudo não selecionamos indivíduos especialistas em eventos de velocidade, porém a Cr foi ingerida às refeições, associada a um carboidrato simples que, segundo Green et al. (1996), estimula a secreção do hormônio insulina e potencializa a captação da Cr. O aumento de massa magra para GS (tabela 2) sugere que os voluntários suplementados com Cr tenham aumentado suas reservas intramusculares de fosfocreatina. Contudo não houve melhora estatisticamente significativa para o desempenho nos testes físicos realizados no presente estudo.

A melhora de desempenho em exercícios anaeróbios não depende apenas de aumento dos níveis intramusculares de fosfocreatina e do diâmetro das fibras musculares, como ocorre após suplementação de Cr. Sabe-se que a melhora do desempenho deve-se principalmente pelos aumentos na quantidade de proteína contrátil, na atividade enzimática, e no padrão de recrutamento das fibras musculares, variáveis estas que não sofrem ação direta da suplementação de Cr. Talvez por este motivo os estudos em que se verificou melhora de desempenho após curto período de suplementação de Cr utilizaram-se de protocolos intermitentes (com pausa recuperativa geralmente menor do que 1 minuto) (HARRIS et al., 1992; GREENHAFF et al., 1993; VOROBIEV et al., 1996), onde as concentrações iniciais de fosfagênios intramusculares passam a contribuir de forma significativa para um melhor desempenho. Além disso, outros estudos têm verificado que a suplementação de creatina não resulta em melhora de desempenho em nadadores adolescentes (DAWNSON et al. 2002).

Os resultados da resposta do lactato sanguíneo obtidos no presente estudo não confirmaram os resultados de outros autores (STROUND et al. 1994; ODLAND et al. 1997; FEBBRAIO et al., 1995), os quais sugerem que a suplementação de Cr resulta em diminuição da lactacidemia após exercício. Apesar de nossos resultados demonstrarem uma tendência à diminuição do lactato para o grupo suplementado com Cr (tabela 4), diferenças estatisticamente significantes não foram verificadas em pós-teste ($p > 0,05$). Segundo Greenhaff et al. (1994b), a velocidade de ressíntese de fosfocreatina no músculo é aumentada durante os períodos de recuperação entre as séries de exercícios para sujeitos suplementados com Cr, aumentando-se a eficiência do sistema anaeróbio alático, o que poderia justificar a diminuição do lactato observada por outros autores e a tendência a menores valores de lactato no presente estudo. É importante ressaltar ainda que adolescentes apresentam menor lactacidemia (devido a uma menor atividade glicolítica) quando comparados com adultos. Esta menor lactacidemia poderia diminuir a possível influência da suplementação da Cr sobre a resposta da lactacidemia nestes indivíduos após suplementação.

Em estudo recente com nadadores adolescentes, Dawson et al. (2002) não verificaram melhora no desempenho do nado após curto período de suplementação de Cr (4 semanas). No entanto, é possível que a suplementação de Cr por períodos mais prolongados possa exercer algum efeito sobre o desempenho e resposta do lactato sanguíneo em nadadores. Além disso, é possível ainda que um melhor nível de

hidratação e maiores estoques de Cr total intramusculares decorrentes de um curto período de suplementação/carregamento (ex. 20g Cr/dia/5 dias) exerçam algum benefício durante um período de treinamento mais prolongado associado a uma dose de manutenção (ex. 2 a 5g/dia/30 dias). Estudos anteriores (GRINDSTAFF et al., 1997; PEYROBRUNE et al., 1998; e THEDOROU et al., 1999) tem evidenciado que um maior período de suplementação de Cr pode resultar em melhora de desempenho de nadadores mesmo com um aumento no peso corporal. Segundo Burke et al (1995) o treinamento de nadadores é composto por séries repetidas de alta intensidade, as quais tipicamente constituem-se de 6-10 séries de 10 a 60 segundos de duração, e nestes casos a suplementação de Cr poderia minimizar a acidose láctica e acelerar a recuperação durante as sessões, possibilitando assim um treinamento de melhor qualidade (mais intenso) potencializando a resposta adaptativa dos nadadores com conseqüente melhora no desempenho. No entanto, estas hipóteses precisam ser mais investigadas.

Apesar dos benefícios da suplementação de Cr sobre o desempenho de atletas adolescentes serem questionáveis, é crescente o índice de escolares que se utilizam desta forma de suplementação (chegando até 30% em escolares dos Estados Unidos) (METZL et al., 2001, McGUINE et al., 2001). Assim, considerando que nenhum estudo investigou os possíveis efeitos colaterais da suplementação de Cr por longos períodos para crianças e adolescentes, e que ainda não existe um consenso com relação à efetividade de sua suplementação sobre o desempenho de adolescentes nadadores, sugerimos que sua utilização seja feita com muita precaução, pois é possível que um nadador de 14-15 anos treine e participe de competições por mais quinze anos (até os 30 anos de idade por exemplo) e, pelo que temos conhecimento, ainda não se pode afirmar que a suplementação de creatina é segura quando associada ao treinamento por períodos tão longos.

Finalmente, concluímos que para o grupo de jovens nadadores que participaram da presente investigação, nas condições estudadas, a suplementação de Cr resultou em retenção hídrica e aumento de massa magra, sem alterações estatisticamente significantes no desempenho e pico de lactato sanguíneo após exercício. Ressaltamos que os efeitos de diferentes formas de suplementação de Cr sobre o desempenho em diferentes protocolos de exercícios, bem como sobre a composição corporal de adolescentes e a existência ou não de efeitos colaterais decorrentes de longos períodos de suplementação precisam ser investigados.

Referências

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE – ACSM. **ACSM's Resource Manual for guidelines for exercise testing and prescription**. 3rd ed. Baltimore, Maryland: Williams & Wilkins, 1998.
- ANDERSON, O. Creatine propels British athletes to Olympic gold medals: Is creatine true ergogenic aid? **Running Research News**, Lansing, v.9, n.1, p.1-5, 1993.
- BALSOM, P. D.; EKBLOM, B.; SÖDERLUND, K.; SJÖDIN, B.; HULTMAN, E. Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise. **Scandinavian Journal of Medicine Science Sports**. Oxford, v.3, p.143-149, 1993a.
- BALSOM, P. D.; HARRIGDE, S. D. R.; SÖDERLUND, K.; SJÖDIN, B.; EKBLOM, B. Creatine supplementation per se does not enhance endurance exercise performance. **Acta Physiologica Scandinavica**, Oxford, v.149, p.531-523, 1993b.
- BALSOM, P.; SÖDERLUND, K.; EKBLOM, B. Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.18, p.268-280, 1994.
- BALSOM, P. D.; SÖDERLUND, K.; SJÖDIN, B.; EKBLOM, B. Skeletal muscle metabolism during short duration high-intensity exercise: influence of creatine supplementation. **Acta Physiologica Scandinavica**, Oxford, v.154, n.3, p.303-310, 1995.
- BIRCH, R.; NOBEL, D.; GREENHAFF, P. The influence of dietary creatine supplementation on performance during repeated bouts of maximal isokinetic cycling in man. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v.69, p.268-276, 1994.
- BURKE, L.; PYNE, D.; TELFORD, R. Oral creatine supplementation does not improve sprint performance in elite swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Massachusetts, v.27, p.146, 1995.
- COOKE, W.; GRANDJEAN, P.; BARNES, W. Effect of oral creatine supplementation on power output and fatigue during bicycle ergometry. **Journal of Applied Physiology**, Maryland, v.78, p.670-673, 1995.
- DAWSON, B.; CUTLER, M.; MOODY, A.; LAWRENCE, S. Effects of oral creatine loading on single and repeated maximal short sprints. **Journal Science Medicine Sport**, Dickson, v.27, n.3, p.56-61, 1995.
- DAWSON, B.; VLADICH, T.; BLANKSBY, B. A. Effects of 4 Weeks of Creatine Supplementation in Junior Swimmers on Freestyle Sprint and Swim Bench Performance. **Journal of Strength and Condition Research**, Storrs, v.16, p.485-490, 2002.
- EARNEST, C.; SNELL, P.; MITCHELL, T.; RODRIGUES, R.; ALMADA, A. Effect of creatine monohydrate ingestion on peak anaerobic power, capacity, and fatigue index. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Massachusetts, v.26, p.39, 1994.
- EARNEST, C.P.; SNELL, P.G.; RODRIGUES, R. The effect of creatine monohydrate ingestion on anaerobic power indices, muscular strength, and body composition. **Acta Physiologica Scandinavica**, Oxford, v.153, p.207-209, 1995.
- FEBBRAIO, M. A.; FLANAGAN, T. R.; SNOW, R. J.; ZHAO, S. Effect of creatine supplementation on intramuscularly TCr, metabolism and performance during intermittent, supramaximal exercise in humans. **Acta Physiologica Scandinavica**, Oxford, v.155, n.4, p.387-395, 1995.
- 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. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v.271, p.E821-E826, 1996.
- GREENHAFF, P. L.; CASEY, A.; SHORT, A. H.; HARRIS, R.; SÖDERLUND, K.; HULTMAN. Influence of oral creatine supplementation on muscle torque during repeated bouts of maximal voluntary exercise in man. **Clinical Science**, La Jolla, v.84, p.565-571, 1993.
- GREENHAFF, P. L.; BODIN, K.; SÖDERLUND, K.; HULTMAN, E. Effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v.266, p.725-730, 1994a.
- GREENHAFF, P. L.; CONSTANTIN-TEODOSIU, D.; CASEY, A.; HULTMAN, E. The effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle ATP degradation during repeated bouts of maximal voluntary exercise in man. **The Journal of Physiology**, Oxford, v.476, p. 84, 1994b.
- GREENHAFF, P. L. Creatine and its application as an ergogenic aid. **International Journal of Sports Nutrition**, Tallahassee, v.5, p.100-110, 1995.
- GREENHAFF, P. L.; TIMMOMNS, J. A. Interaction between aerobic and anaerobic metabolism during intense muscle contraction. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Boulder, v.26, p.1-30, 1998.

- GRINDSTAFF, P. et al. Effects of creatine supplementation on repetitive sprint performance and body composition in competitive swimmers. **International Journal of Sports Nutrition**, Tallahassee, v.7, p.330-46, 1997.
- GUEDES, D. P. **Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura da dobras cutâneas em universitários**. 1985. Dissertação (Mestrado em Ciência do Movimento Humano) - Faculdade de Educação Física, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1985.
- HARRIS, R. C.; SÖRDELUND, K.; HULTMAN, E. Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. **Clinical Science**, La Jolla, v.83, p.367-374, 1992.
- HARRIS, R. C.; VIRU, M.; GREENHAFF, P. L.; HULTMAN, E. The effect of oral creatine supplementation on running performance during maximal short-term exercise in man. **The Journal of Physiology**, Oxford, v.467, p.74, 1993.
- LEENDERS, N. M.; LAMB, D. R.; NELSON, T. E. Creatine supplementation and swimming performance. **International Journal of Sports Nutrition**, Tallahassee, v.9, p.251-62, 1999.
- MCGUINE, T. A.; SULLIVAN, J. C.; BERNHARDT, D.T. Creatine supplementation in high school football players. **Clinical Journal Sport Medicine**, Calgary, v.11, p.247-53, 2001.
- METZL, J. D.; SMALL, E.; LEVINE, S. R.; GERSHEL, J. C. Creatine use among young athletes. **Pediatrics**, Elk Grove Village, v.108, p.421-425, 2001.
- MUJKA, I.; CHATARD, J. C.; LACOSTE, L.; BARALE, F.; GEYSSANT, A. Creatine supplementation does not improve sprint performance in competitive swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Massachusetts, v.28, n.11, p.1435-1441, 1996.
- ODLAND, L. M.; MACDOUGALL, J. D.; TARNOPOLKY, M. A.; ELORRIAGA, A.; BORGMAN, A. Effect of oral creatine supplementation on muscle [PCr] and short-term maximum power output. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Massachusetts, v.29, n.2, p.216-219, 1997.
- PEYREBRUNE, M. C.; NEVILL, M. E.; DONALDSON, F. J.; COSFORD, D. J. The effects of oral creatine supplementation on performance in single and repeated sprint swimming. **Journal Sports Science**, Wallsall, v.16, n.3, p.271-279, 1998.
- POORTMANS, J. R.; FRANCAUX M. Long-term oral creatine supplementation does not impair renal function in healthy athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Massachusetts, v.31, p.1108-1110, 1999.
- REDONDO, D.; WILLIAMS, M.; BOWLING, E.; GRAHAM, B.; JONES, S.; ALMADA, A. The effect of oral creatine monohydrate supplementation on running velocity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Massachusetts, v.27, p.146, 1995.
- SLAUGHTER, M. H.; LOHMAN, T. G.; BOILEAU, R. A.; HORSWILL, C. A.; STILLMAN, R. J.; VAN LOAN, M. D.; BEMBEN, D. A. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Annals of Human Biology**, Loughborough, v.60, n.5, p.709-723, 1988.
- SÖDERLUND, K.; BALSOM, P. D.; EKBLOM, B. Creatine supplementation and high intensity exercise: influence on performance and muscle metabolism. **Clinical Science**. La Jolla, v.87, p.120, 1994. Supplement.
- STROUND, M. A.; HOLLIMAN, D.; BELL, D.; GREEN, A. L.; MACDOLNAD, I. A.; GREENHAFF, P. L. Effect of oral creatine supplementation on gas exchange and blood lactate accumulation during steady-state incremental treadmill exercise and recovery in man. **Clinical Science**, La Jolla, v.87, p.707-710, 1994.
- TERJUNG, R. L.; CLARKSON, P.; EICHNER E. R.; GREENHAFF, P. L.; HESPEL, P. J.; ISRAEL, R. G.; KRAEMER, W. J.; MEYER, R. A.; SPRIET, L. L.; TARNOPOLSKY, M. A.; WAGENMAKERS, A. J.; WILLIAMS, M. H. American College of Sports Medicine roundtable. The physiological and health effects of oral creatine supplementation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Massachusetts, v.32, n.3, p.706-717, 2000.
- THEODOROU, A. S.; COOKE, C. B.; KING, R. F.; HOOD, C.; DENISON, T.; WAINWRIGHT, B. G.; HAVENETIDIS, K. The effect of longer-term creatine supplementation on elite swimming performance after an acute creatine loading. **Journal Sports Science**, Wallsall, v.17, p.853-859, 1999.
- THOMPSON, C.; KEMP, G.; SANDERSON, A.; DIXON, R.; STYLES, P.; TAYLOR, D. Effect of creatine on aerobic and anaerobic metabolism in skeletal muscle in swimmers. **British Journal Sports Medicine**, Victoria, v.30, p.222-225, 1996.
- UNNITHAN, V. B.; VEEHOF, S. H.; VELLA, C. A.; KERN, M. Is there a physiologic for creatine use in children and adolescents? **Journal of Strength and Condition Research**, Storrs, v.5, n.4, p.524-528, 2001.

VOROBIEV, D. V.; VETROVA, E. G.; LARINA, I. M.; POPOVA, I. A.; GRIGORIEV, A. I. Energy substrates, hormone responses and glucocorticoid binding in lymphocytes during intense physical exercise in humans following phosphocreatine administration. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v.74, n.6, p.534-540, 1996.

Agradecimentos:

À FAPESP pelo apoio financeiro/ Processo 97047539
Professor Emerson T. Miyamoto e equipe de natação.
Combat Sport e Schettert Nutracêutica Sport Nutrition.

Endereço:

Milton Rocha De Moraes
Estrada de Itaquera-Guaianases, 2415. Rua F casa 26
Itaquera
São Paulo SP
08420 000
e-mail: milton@biofis.epm.br

Manuscrito recebido em 04 de julho de 2003.

Manuscrito aceito em 31 de março de 2004.