

# Suplementação de creatina e treinamento de força: efeito do tempo de recuperação entre as séries

Dietary creatine supplementation and resistance training: effect of recovery time .

---

Marcelo Saldanha Aoki<sup>1</sup>

---

## Resumo

AOKI, M.S. Suplementação de creatina e treinamento de força: efeito do tempo de recuperação entre as séries. **R. bras. Ci.e Mov.** 2004; 12(4): 39-44.

O objetivo do trabalho foi verificar se a duração do intervalo de recuperação interfere na eficiência da suplementação de creatina durante o exercício de força. Para testar esta hipótese foram realizados 2 experimentos com diferentes tempos de recuperação (60 segundos e 2 minutos e 30 segundos). A amostra foi composta de indivíduos saudáveis envolvidos em treinamento de força, que posteriormente foram suplementados com creatina. O protocolo de suplementação foi conduzido segundo o modelo duplo-cego, sendo o que o grupo placebo recebeu carboidrato. O valor de 1-RM foi estabelecido e posteriormente foi calculado o valor correspondente a 70% do valor de 1-RM para o teste de repetição máxima. A suplementação de creatina foi eficiente em promover o aumento na capacidade de repetição máxima no supino livre, somente no experimento 2, no qual foi utilizado o intervalo de 2 minutos e 30 segundos ( $p < 0.001$ ). Provavelmente, o intervalo de 60 segundos não permitiu a recuperação do sistema ATP-CP. O tempo de recuperação entre as séries foi determinante para a comprovação do efeito ergogênico da suplementação de creatina.

**PALAVRAS-CHAVE:** Creatina, Recuperação, Treinamento de força

## Abstract

AOKI, M.S. Dietary creatine supplementation and resistance training: effect of recovery time. **R. bras. Ci.e Mov.** 2004; 12(4): 39-44.

The aim of the study was verify whether the recovery time interferes on the efficiency of dietary creatine supplementation during resistance exercise. In order to access that hypothesis, two trials with different recovery times (60 seconds and 2 minutes and 30 seconds) were conducted. Healthy young men involved in resistance training were selected and supplemented with creatine. The supplementation protocol was conduted as double-blind design. The placebo group received carbohydrate. The 1-RM test was established and then 70% of 1-RM was calculated to access maximal repetition capacity. The dietary creatine supplementation was efficient to increase maximal repetition capacity only in trial-2, which recovery time was 2 minutes and 30 seconds ( $p < 0.001$ ). Probably, the interval of 60 seconds was insufficient to re-establish CP content. The recovery time between the sets was a major factor to verify the ergogenic effect of creatine supplementation.

**KEYWORDS:** Creatine, Recovery, Resistance training

---

<sup>1</sup>Laboratório de Fisiologia do Exercício – Faculdade de Educação Física, UniFMU, SP. Laboratório de Plasticidade do Tecido Muscular, ICBUSP, SP. E-mail: saldanha@fmu.br

---

Recebido: 28/01/2004

Aceite: 20/06/2004

## Introdução

O consumo de suplementos nutricionais é um fenômeno que vêm crescendo de maneira vertiginosa com a finalidade tanto de aumento do rendimento esportivo quanto para melhoria da condição de saúde e estética<sup>1</sup>. Dentre uma infinidade de produtos disponíveis no mercado destaca-se a creatina, uma amina encontrada principalmente nas carnes<sup>2</sup>. Estima-se que a venda de creatina nos Estados Unidos atingiu o montante de 100 milhões de dólares por ano<sup>3</sup>. A popularidade deste suplemento também pode ser comprovada pelo seu consumo anual, que em 1999, foi de 2,7 milhões de quilos em todo mundo<sup>2</sup>.

Segundo Zeisel<sup>4</sup> (2000) a suplementação nutricional para ser eficiente precisa suprir a carência de algum nutriente ou exercer um efeito farmacológico-fisiológico sobre um processo celular. Após sua fosforilação, a creatina participa de um processo fisiológico de transferência de energia, denominado sistema imediato de re-síntese de ATP ou simplesmente sistema ATP-CP<sup>2,5</sup>. Neste sistema, a hidrólise da creatina fosfato (CP) libera a energia necessária para se fosforilar a adenosina di-fosfato, gerando uma nova molécula de ATP<sup>2,5</sup>.

Considerando que não seria viável elevar a ingestão de creatina através de alimentos, devido à sua baixa concentração (2 a 4 gramas por quilograma de carne)<sup>5</sup>, a hipótese que justificaria o uso da suplementação desta amina preconiza a elevação do estoque de CP no músculo através de uma sobrecarga de creatina. O aumento na concentração intramuscular deste substrato facilitaria a re-síntese imediata de ATP. Conseqüentemente, isto levaria ao aumento do desempenho, uma vez que a manutenção da atividade física de alta intensidade é limitada pela redução do conteúdo de ATP<sup>6</sup>.

Diversos estudos apresentam evidências de que a suplementação de creatina promove aumento do desempenho físico em tarefas como: tiros de alta intensidade em ciclo ergômetro<sup>7,8,9,10</sup>, remo<sup>11,12</sup>, corrida<sup>13,14</sup>, saltos múltiplos<sup>13,15</sup> e séries de repetição máxima no exercício de força<sup>15,16</sup>. Entretanto, a literatura ainda apresenta resultados controversos<sup>3,17</sup>. A recente descoberta da existência de indivíduos não-responsivos aos protocolos de suplementação, além de outros fatores, como o tipo de exercício avaliado e o intervalo de recuperação podem ser determinantes para a discrepância de resultados encontrados na literatura<sup>17</sup>.

Apesar de algumas controvérsias, a suplementação de creatina parece estar associada ao aumento do desempenho em situações nas quais existe uma grande demanda energética em um curto período de tempo<sup>2,5</sup>, como em alguns protocolos de treinamento de força<sup>15,16,18</sup>. Dentre as variáveis a serem consideradas para a elaboração de programas de treinamento de força, Lemon<sup>17</sup> (2002) destaca que o tempo de recuperação entre as séries pode ser um importante fator relacionado à promoção do efeito ergogênico da creatina. Um estudo realizado Greenhaff et al.<sup>19</sup> (1994) reforça esta

hipótese. Estes pesquisadores relataram que durante o primeiro minuto do tempo de recuperação após a estimulação elétrica, a re-síntese de CP foi similar entre os grupos controle e suplementado com creatina<sup>19</sup>. Ainda neste estudo, somente após o segundo minuto de descanso o grupo suplementado com creatina apresentava aumento (42%) na re-síntese de CP em relação ao controle<sup>19</sup>.

Portanto, o objetivo do trabalho foi verificar se a duração do intervalo de recuperação interfere na eficiência da suplementação de creatina durante o exercício de força. Baseado nos resultados de Greenhaff et al.<sup>19</sup> (1994) o presente estudo foi realizado com 2 intervalos, no primeiro momento a pausa foi de 60 segundo e posteriormente foi testado o intervalo de 2 minutos e trinta segundos.

## Materiais e Métodos

### Amostra

Com intuito de selecionar a amostra foi aplicado um questionário que avaliou a experiência em treinamento de força, a utilização de suplementos nutricionais e de substâncias controladas. Após a análise, foram selecionados 21 homens de 20-35 anos ( $27,4 \pm 0,8$ ), envolvidos no treinamento de força por mais de 5 anos e que não utilizavam suplementos nutricionais e/ou drogas. Foi estabelecido um período mínimo de experiência de 5 anos, a fim de se evitar as adaptações neurais e falhas de execução técnica do movimento que são verificadas em indivíduos iniciando o treinamento de força. O estudo foi conduzido segundo a resolução específica do Conselho Nacional de Saúde (nº 196/96). Todos os indivíduos foram informados detalhadamente sobre os procedimentos utilizados e concordaram em participar de maneira voluntária do estudo, assinando um termo de consentimento informado e proteção da privacidade.

### Protocolo de treinamento

O treinamento foi padronizado para o grupo controle e o grupo suplementado com creatina, sendo constituído de dois exercícios por grupo muscular. Para cada exercício foram realizadas 4 séries de 10 repetições máximas (10-RM). O treinamento foi segmentado por grupos musculares (Treino A e Treino B). No treino B eram realizados os seguintes exercícios: supino, supino inclinado, elevação lateral, desenvolvimento com halteres, tríceps-*pulley*, tríceps-francês, extensão lombar e abdominal no aparelho. No treino A foram realizados os exercícios: puxada pela frente, remada sentada, *leg press* inclinado, *leg extension*, *leg curl*, rosca direta – barra W, rosca concentrada e abdominal. Este protocolo de treinamento foi iniciado uma semana antes da suplementação e foi realizado durante os 13 dias de duração do estudo.

### Protocolo de suplementação

Os participantes foram divididos em 2 grupos aleatoriamente. A suplementação de creatina foi conduzida

conforme o modelo duplo-cego. Na primeira fase (sobrecarga) foram administradas 20 gramas de creatina por dia, divididas em 4 doses, durante 5 dias<sup>2</sup>. O grupo controle seguiu as mesmas condições, no entanto, recebeu 20 gramas de carboidrato (maltodextrina). Na fase posterior (manutenção), a dose administrada foi de 2 gramas de creatina por dia para o grupo suplementado (CRE) e 2 gramas de carboidrato por dia para o grupo controle (CHO) durante 7 dias<sup>2</sup>.

#### Parâmetros avaliados e Protocolo de testes

O peso corporal, o valor de 1-RM (contração voluntária máxima) no supino e a capacidade de repetição máxima foram avaliados em ambos experimentos (1 e 2) em 3 momentos distintos: início do experimento, final da fase de sobrecarga e final da fase de manutenção. Após um breve aquecimento, o valor de 1-RM foi determinado através de 3 tentativas crescentes no supino livre separadas por 3 minutos de descanso<sup>15,16</sup> (Banco Cybex<sup>®</sup>). Posteriormente, foi calculado o valor percentual equivalente a 70% de 1-RM para a execução das 2 séries de repetição máxima. A capacidade de repetição máxima no supino foi determinada pela exaustão e/ou incapacidade de realizar o padrão de execução do movimento. No primeiro experimento, após a determinação do valor de 1-RM foi realizado um intervalo de 3 minutos para a subsequente determinação da capacidade de repetição máxima. Entre a 1ª e a 2ª série de repetições máximas foi utilizado apenas 60 segundos de intervalo (Experimento 1). Durante o segundo experimento, após o teste de 1-RM foi realizada uma pausa de 5 minutos. Posteriormente, foram realizadas as 2 séries de repetição máxima com o período de intervalo de 2 minutos e 30 segundos (Experimento 2).

#### Modelo experimental

Após o teste inicial (1º dia), iniciou-se o protocolo de suplementação (fase de sobrecarga) associado ao treinamento de força. Ao término da fase de sobrecarga (6º dia) e da fase de manutenção (13º dia) foram realizados testes de 1-RM e repetição máxima.

Modelo experimental				
Dia	Início	Testes	Suplementação	Treino
Sex	1º	1-RM e Repetição máxima	4 x 5g	A
Sab	2º		4 x 5g	B
Dom	3º		4 x 5g	Descanso
Seg	4º		4 x 5g	B
Ter	5º		4 x 5g	A
Qua	6º	1-RM e Repetição máxima	1 x 2g	Descanso
Qui	7º		1 x 2g	B
Sex	8º		1 x 2g	A
Sab	9º		1 x 2g	Descanso
Dom	10º		1 x 2g	Descanso
Seg	11º		1 x 2g	B
Ter	12º		1 x 2g	A
Qua	13º	1-RM e Repetição máxima	1 x 2g	Fim

#### Análise estatística

A análise dos dados foi realizada através do software GraphPad-Prism<sup>®</sup>. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA -Two way: Fator Tempo x Fator Suplementação) e posteriormente ao pós-teste de Tukey. O nível mínimo de significância estabelecido foi de  $p < 0.05$ .

## Resultados

### Experimento 1

No experimento 1, no qual foi utilizado o intervalo de 60 segundos entre as séries, durante os 3 testes não foram verificadas alterações nas variáveis avaliadas (peso corporal, carga máxima e capacidade de repetição máxima), tanto no grupo controle como no grupo suplementado com creatina. (Tabela 1).

**Tabela 1.** Experimento 1 – Peso corporal (kg), valor de 1-RM (libras) e capacidade de repetição máxima (número de repetições) no supino livre no grupo suplementado com creatina (CRE) e no grupo controle (CHO).

	Teste	Re-Teste	Final
<b>Peso (kg)</b>			
CHO (n=4)	74,40±2,3	74,50±2,3	74,20±2,4
CRE (n=6)	79,00±5,1	79,82±5,0	80,53±4,9
<b>1-RM (lbs)</b>			
CHO (n=4)	210,00 ± 19,15	217,50 ± 26,40	220,00 ± 23,80
CRE (n=6)	211,67 ± 29,48	218,33 ± 30,68	225,00 ± 32,28
<b>Rep máxima</b>			
CHO (n=4)	11,0±0,91	9,75±1,03	9,00±1,08
CRE (n=6)	10,0±1,74	11,3±1,25	11,1±1,11
<b>Rep máxima após 60"</b>			
CHO (n=4)	5,75±1,49	4,75±0,85	3,75±0,48
CRE (n=6)	5,00±0,89	5,83±1,00	6,00±0,73

n = número de indivíduos.

A capacidade de repetição máxima na primeira série foi semelhante entre os grupos. Apesar de não ter sido detectada diferença significativa, o número de repetições máximas na segunda série apresentou tendência de aumento (20%) no grupo suplementado com creatina em relação ao teste inicial (Fator tempo;  $p < 0.1$ ). Apesar de também não ter sido detectada diferença estatística, o número de repetições máximas realizadas na segunda série pelo grupo suplementado com creatina apresentou tendência de aumento (60%) em relação ao controle (Fator suplementação;  $p < 0.1$ ).

### Experimento 2

Com relação às variáveis, peso e carga máxima, assim como no experimento 1, não foram constatadas alterações significativas (Tabela 2). Apesar de não significativo, o aumento médio do peso corporal observado no grupo suplementado foi de 1,5 kg. Um dos efeitos mais descritos da suplementação de creatina é o aumento do peso corporal. Vale ressaltar que um indivíduo do grupo do CRE apresentou ganho de 3,1 kg após 13 dias.

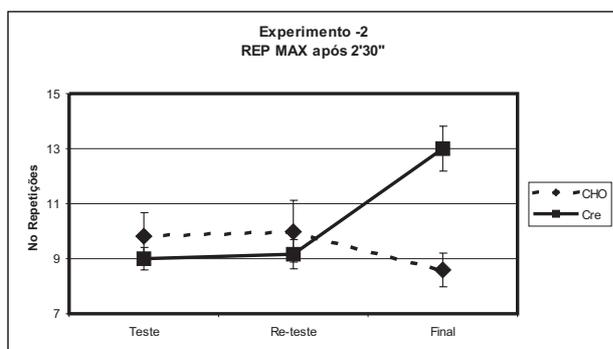
**Tabela 2.** Experimento 2 – Peso corporal (kg), valor de 1-RM (libras) e capacidade de repetição máxima (número de repetições) no supino livre no grupo suplementado com creatina (CRE) e no grupo controle (CHO).

	Teste	Re-Teste	Final
<b>Peso (kg)</b>			
CHO (n=6)	75,9±3,1	76,4±3,2	76,3±3,1
CRE (n=6)	79,5±5,1	80,4±5,0	81,3±5,0
<b>1-RM (lbs)</b>			
CHO (n=6)	182,4±18,2	178,4±19,1	182,4±17,5
CRE (n=6)	219,3±29,0	215,2±32,1	216,0±31,8
<b>Rep máxima</b>			
CHO (n=6)	15,4±0,7	13,4±1,4	13,8±1,0
CRE (n=6)	13,7±0,8	14,7±1,3	17,0±0,4
<b>Rep máxima após 2'30"</b>			
CHO (n=6)	9,8±0,9	10,0±1,1	8,6±0,6
CRE (n=6)	9,0±0,4	9,2±0,5	13,9±0,8 <sup>#</sup>

n = número de indivíduos. # - diferença estatística em relação ao grupo CRE no Teste inicial (Fator Tempo –  $p < 0.001$ ). + - diferença estatística em relação ao grupo CHO (Fator Suplementação –  $p < 0.001$ ).

No experimento 2, durante a primeira série de repetição máxima, não foi constatada diferença estatística. No entanto, o grupo suplementado apresentou aumento de aproximadamente 24% na capacidade de repetição máxima em relação ao grupo controle e em relação ao início do experimento. Na segunda série, após o intervalo de 2 minutos e 30 segundos, foi detectado aumento na capacidade de repetição máxima no grupo suplementado com creatina no último teste, tanto em relação ao grupo controle (58%) (Fator Suplementação;  $p < 0,001$ ) quanto ao início do experimento (54%) (Fator Tempo;  $p < 0,001$ ) (Tabela 2). Ao observar o Gráfico 1, referente ao experimento 2, é possível acompanhar o aumento do número de repetições no grupo suplementado com creatina e a discreta tendência de queda no grupo controle.

**Gráfico 1.** Experimento 2 - Número de repetições máximas realizadas com a carga referente a 70% de 1-RM durante a segunda série após 2 minutos e 30 segundos, no início, no re-teste e no final.



# - diferença estatística em relação ao grupo CRE no Teste inicial (Fator Tempo –  $p < 0.001$ ). + - diferença estatística em relação ao grupo CHO (Fator Suplementação –  $p < 0.001$ ).

## Discussão

Apesar de não significativo, tanto no experimento 1 como no experimento 2, a média de peso do grupo suplementado apresentou forte tendência de aumento em relação ao grupo controle ( $p < 0.1$ ). O rápido aumento do peso corporal é um dos efeitos mais descritos da suplementação de creatina<sup>2</sup>. A creatina apresenta grande capacidade osmo-reguladora, conseqüentemente, o aumento do estoque intramuscular acarreta no influxo de água para dentro da célula. Portanto, a elevação do peso corporal pode estar relacionada à retenção hídrica. Como já observado anteriormente, a suplementação de creatina reduz o volume urinário, reforçando a hipótese do aumento do peso estar relacionado à retenção hídrica<sup>5</sup>.

A carga máxima também não foi alterada em nenhuma das situações. Estes resultados estão de acordo com os demonstrados por Earnest et al.<sup>15</sup> (1995) que também não observaram aumento na carga máxima suportada (1-RM) no supino após a suplementação de creatina. Assim como no presente estudo, Earnest et al.<sup>15</sup> (1995) verificaram somente aumento na capacidade de repetição máxima a 70%-1RM.

A instalação da fadiga no exercício de força parece ser multi-fatorial, tendo como causas em potencial a depleção de CP, a acidose intramuscular e/ou a redução do glicogênio muscular<sup>20</sup>. Mac Dougall et al.<sup>21</sup> (1999) verificaram no seu estudo que a combinação entre depleção de CP (62% em relação ao repouso) e a acidose ( $21,3 \text{ mmol.kg}^{-1}$  peso úmido) era responsável pela fadiga na 1ª uma série de repetição máxima a 80%-1RM. Estes autores também relataram que após 3 séries de repetição máxima a 80%-1RM com intervalos de 3 minutos a incapacidade de manutenção do padrão de movimento era limitada pela acidose<sup>21</sup>. Esta conclusão foi baseada no fato de que o grau de redução de CP (50% em relação ao repouso) foi menor que em uma única série. Além disso, a produção de lactato havia sido superior (1 série -  $21,3 \text{ mmol/kg}$  peso úmido vs 3 séries -  $27,4 \text{ mmol/kg}$  peso úmido)<sup>21</sup>.

Provavelmente, considerando que a fadiga na 1ª série pode estar relacionada à redução de CP, pode-se especular que o maior conteúdo deste substrato no músculo atenuaria a depleção de CP no grupo suplementado com creatina, favorecendo a sua subsequente re-síntese para próxima série. Os resultados obtidos reforçam essa hipótese.

A capacidade de repetição máxima no experimento 1 não foi alterada, no entanto, pode-se observar uma discreta queda no número de repetições na segunda série no grupo controle, após 60 segundos de pausa. Em contrapartida, o grupo suplementado apresentou tendência de aumento na capacidade de repetição máxima. Em um estudo utilizando uma intensa estimulação elétrica para provocar uma contração isométrica, foi observado que a re-síntese de creatina fosfato (CP) era semelhante entre o grupo controle e o grupo suplementado com creatina durante o primeiro minuto de recuperação<sup>19</sup>. Possivelmente, o tempo de recuperação utilizado no primeiro experimento do

presente estudo (60 segundos) não foi suficiente para restabelecer a concentração de CP. Esse fenômeno explicaria o desempenho semelhante obtido entre o grupo suplementado e o grupo controle.

No experimento 2, no qual o tempo de recuperação entre as séries foi aumentado para 2 minutos e 30 segundos, foi observado aumento na capacidade de repetição máxima durante a segunda série no grupo suplementado em relação ao controle (Fator Suplementação;  $p < 0.001$ ). Esta diferença também foi verificada no grupo suplementado com creatina em relação ao início e ao fim do experimento 2 (Fator Tempo;  $p < 0.001$ ). Segundo Greenhaff et al.<sup>19</sup> (1994) somente após o segundo minuto de descanso o grupo suplementado com creatina apresentava aumento (42%) na re-síntese de CP em relação ao controle.

Lemon et al.<sup>22</sup> (1995) verificaram que a taxa de re-síntese de CP após 20 contrações isométricas de 30 segundos atingiu seu ápice aos 60 segundos de descanso e se manteve estável até 15 minutos de descanso. Alguns estudos demonstram que 60 segundos seriam suficientes para otimizar do efeito da creatina sobre o desempenho<sup>22,23</sup>. Em contradição aos resultados obtidos no presente estudo, Ziegenfuss et al.<sup>23</sup> (2002) verificou que intervalos de 60 segundos seriam suficientes para comprovação do efeito ergogênico da creatina durante a realização de 6 tiros de 10 segundos em ciclo ergômetro. Vale ressaltar que a duração dos tiros no estudo de Ziegenfuss et al.<sup>23</sup> (2002) foi menor em relação ao presente estudo. O tempo de execução da 1ª série de repetições máximas foi de aproximadamente 30-45 segundos. A maior duração da atividade realizada no presente estudo pode ter contribuído para um maior nível de depleção de CP que o induzido no estudo de Ziegenfuss et al.<sup>23</sup> (2002).

É importante mencionar que apesar de não ter sido observada diferença estatística no número de repetições máximas entre o grupo suplementado ( $6,00 \pm 0,73$ ) e controle ( $3,75 \pm 0,48$ ), houve uma tendência de aumento. Possivelmente, com o aumento no número de participantes (n) esta tendência poderia se tornar estatisticamente significativa. Apesar desta limitação do presente estudo, através destes dados pode-se inferir que intervalos superiores a 60 segundos são mais adequados para maximizar o efeito ergogênico da suplementação de creatina.

Lemon<sup>17</sup> (2002) aponta a existência de vários fatores que contribuem para a inconsistência dos resultados obtidos pela utilização de creatina. Para este autor o tempo de recuperação durante o exercício intermitente (ex. tiros, saltos ou séries de repetições máximas), nos estudos disponíveis na literatura, tem sido uma variável determinante para esta discrepância<sup>17</sup>.

## Considerações Finais

Os resultados obtidos demonstram que o período de recuperação é uma variável a ser considerada para a eficácia da suplementação de creatina. No presente estudo, o tempo

de recuperação equivalente a 60 segundos foi insuficiente para a comprovação do efeito ergogênico desta manipulação dietética sobre a capacidade de repetição máxima no exercício de força (supino). Estes resultados sugerem que o intervalo entre as séries no exercício de força deve ser superior a 60 segundos, a fim de maximizar o efeito da suplementação de creatina.

### Agradecimentos

À Fórmula Academia. Aos Professores Érico C. Caperuto, Marco C. Uchida e Alexander Ohl pelo suporte técnico. Ao Professor Dr. Reury Frank P. Bacurau pelo auxílio na discussão do trabalho. A TwinlabÓ e EASÓ pelo fornecimento dos suplementos nutricionais. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado São Paulo pelo apoio financeiro.

## Referências Bibliográficas

1. National Institute of Health (NIH) - Office of Dietary Supplements. Role of Dietary Supplements for Physically Active People. *American Journal Clinical Nutrition* 2000; 72: S503-674.
2. American College In Sport And Exercise (ACSM) – Round Table. The physiological and health effects of oral creatine supplementation. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32: 706-17.
3. Strauss G, Mihovces G. Jury still out on creatine use. *USA Today* 1998; 4 June: C1-2.
4. Zeisel SH. Is there a metabolic basis for dietary supplementation? *Am J Clin Nutr.* 2000; 72: S507-11.
5. Williams MH, Kreider RB, Branch JD. **Creatina**. São Paulo: Editora manole, 2000.
6. Casey A, Greenhaff PL. Does dietary creatine supplementation play a role in skeletal muscle metabolism and performance? *Am J Clin Nutr.* 2000; 72: S607-17.
7. Balsom PD, Ekblom B, Soderlund K, Sjodin B, Hultman E. Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise. *Scand J Med Sci Sports.* 1993; 3: 143-9.
8. Balsom PD, Soderlund K, Sjodin B, Ekblom B. Skeletal muscle metabolism during short duration high-intensity exercise: influence of creatine supplementation. *Acta Physiol Scand.* 1995; 1154: 303-10.
9. Birch R, Noble D, Greenhaff PL. The influence of dietary creatine supplementation on performance during repeated bouts of maximal isokinetic cycling in man. *Eur J Appl Physiol.* 1994; 69: 268-70.
10. Vanderberie F, Vandeneynde BM, Vandenberghe K, Hespel P. Effect of creatine on endurance capacity and sprint power in cyclists. *Int J Sports Med.* 1998; 8:2055-63.
11. Rossiter HB, Cannel ER, Jakeman PM. The effect of oral creatine supplementation on the 1000m performance of competitive rowers. *J Sports Sci.* 1996; 14: 175-79.
12. Mcnaughton LR, Dalton B, Tarr J. The effects of creatine supplementation on high intensity exercise performance in elite performers. *Eur J Appl Physiol.* 1998; 78: 236-40.

13. Bosco C, Tihanyi J, Pucspk J. Effect of oral creatine supplementation on jumping and running performance. *Int J Sports Med.* 1997; 18: 369-72.
14. Earnest CP, Almada AL, Mitchell TL. Effects of creatine monohydrate ingestion on intermediate duration anaerobic treadmill running to exhaustion. *J Strength Cond Res.* 1997; 11: 234-8.
15. Volek JS, Kraemer WJ, Bush JA. Creatine supplementation enhances muscular performance during high-intensity resistance exercise. *J Am Diet Assoc.* 1997; 97: 765-70.
16. Earnest CP, Snell PG, Rodriguez R, Almada AL, Mitchell TL. Effects of creatine monohydrate ingestion on anaerobic power indices, muscular strength and body composition. *Acta Physiol Scand.* 1995; 153: 207-9.
17. Lemon PWR. Dietary creatine supplementation and exercise performance: why inconsistent results? *Can J Appl Physiol.* 2002; 27(6): 663-80.
18. Demant TW, Rhodes EC. Effects of creatine supplementation on exercise performance. *Sports Med.* 1999; 28:49-60.
19. Greenhaff PL, Bodin K, Soderlund K, Hultman E. Effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis. *American Journal of Physiology.* 1994; 29: E725-30.
20. Lambert CP, Flynn, MG. Fatigue during high intensity intermittent exercise. Application to body building. *Sports Med.* 2002; 32:511-22.
21. Mac Dougall JD, Ray S, Sale DG. Muscle substrate utilization and lactate production during weightlifting. *Can J Appl Physiol.* 1999; 76:1654-60.
22. Lemon P, Boska M, Bredle D, Rogers M, Ziegenfuss T, Newcomer B. Effect of oral creatine supplementation on energetics during repeated maximal muscular contraction. *Med Sci Sports Exerc.* 1995; 27:S204.
23. Ziegenfuss TN, Rogers M, Lowery L, Mullins N, Mendel R, Antonio J, Lemon P. Effect of creatine loading on anaerobic performance and skeletal muscle volume in NCAA Division I athletes. *Nutrition.* 2002; 18:397-402.