

LUIS ALBERTO MARTIN RIOS

**SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA:
EFEITOS SOBRE O TREINAMENTO DE FORÇA
E HIPERTROFIA MUSCULAR**





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA: EFEITOS SOBRE
O TREINAMENTO DE FORÇA E
HIPERTROFIA MUSCULAR

LUIS ALBERTO MARTIN RIOS

Monografia apresentada à FEF/UNICAMP,
como parte dos requisitos para obtenção do
grau de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Miguel de Arruda

CAMPINAS
2002

Agradecimentos

Ao **Prof. Dr. Miguel de Arruda**, pelo apoio, compreensão e confiança depositada, para a elaboração deste trabalho.

Ao **Prof. Dr. Aginaldo Gonçalves**, pela compreensão e demonstração de amizade.

À **Prof. Dra. Marcy Garcia Ramos**, pela amizade e boa vontade demonstrada ao longo de todo semestre.

SUMÁRIO

Resumo

1. Introdução.....	1
2. Revisão da Literatura.....	2
2.1. Creatina - Histórico.....	2
2.2. Sistema Energético ATP-CP.....	3
2.3. Suplementação de Creatina.....	5
2.4. Força Máxima e Hipertrofia Muscular.....	7
2.5. Treinamento de Força.....	8
2.6. Suplementação e Influência sobre a Força Máxima.....	9
2.7. Suplementação e Influência na Hipertrofia Muscular.....	12
3. Conclusões.....	15
4. Bibliografia.....	16

RESUMO

O uso de auxílios ergogênicos, ou simplesmente ergogênicos - substâncias ou tratamentos teoricamente elaborados para aumentar o desempenho esportivo além dos efeitos do treinamento - têm se difundido amplamente nos últimos anos tanto entre atletas, sejam eles profissionais ou amadores, como entre os praticantes de inúmeras atividades físicas. Várias drogas ou hormônios tem sido usados para melhorar o desempenho físico, tais como anfetaminas, esteróides anabolizantes e hormônio de crescimento, mas por serem considerados doping entre atletas e causarem comprovadamente danos à saúde, estão sendo substituídas por alternativas mais saudáveis, como os suplementos nutricionais, entre eles os aminoácidos, as vitaminas e a própria creatina.

A creatina é um nutriente naturalmente encontrado em vários alimentos, e mesmo tendo sido descoberta há mais de cento e cinquenta anos, só recentemente seu estudo como possível auxílio ergogênico para o exercício se intensificou. Armazenada em sua maior parte como fosfato de creatina (CP) no músculo, metabolicamente ela serve como importante contribuidor para o metabolismo energético durante o exercício de alta intensidade. Teoricamente, o aumento na disponibilidade de creatina fosfato aumentaria a habilidade para manter altas taxas de produção de energia durante o exercício intenso, além de promover a recuperação entre duas sessões de exercício intenso.

Baseado nestes fatos, o objetivo do presente estudo é a análise da eficiência da utilização da suplementação de creatina como agente ergogênico no treinamento de força, aprimorando a resultante de força muscular máxima, e sua influência no aumento de massa muscular, ou hipertrofia muscular através desse tipo de treinamento. Esta análise foi baseada em uma revisão bibliográfica de estudos recentes.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o treinamento de força é utilizado tanto por esportistas de modalidades onde a força é o principal requisito motor, como no levantamento de pesos, como também por inúmeros atletas de outras modalidades onde a força é um fator importante para a melhoria do desempenho. Um exemplo disso é o incremento da força de extensão de pernas para jogadores de voleibol ou basquetebol, obtida com exercícios como agachamento, meio agachamento ou legpress, resultando na melhoria da impulsão do atleta para os saltos. Mas essa melhoria da performance perseguida tanto por atletas profissionais, como por praticantes de atividades físicas em geral, não fica reduzida somente a qualidade do treinamento. O uso de substâncias que prometem acelerar resultados físicos, como ganho de força, de resistência para o treinamento, de massa muscular (hipertrofia), ou induzir a perda de gordura, cresce a cada ano.

A creatina foi um destes modismos, mas que acabou se estabelecendo no mercado. Trata-se de uma proteína composta por três aminoácidos e produzida naturalmente pelo organismo humano no fígado. Nos músculos, a creatina é usada sob a forma de fosfocreatina para reciclar ATP (adenosina-trifosfato), substância que gera energia para esforços de alta intensidade. Quanto maior a produção de creatina, melhor a reciclagem de ATP , gerando maior rendimento, especialmente em atividades esportivas que necessitem de explosão, como provas de curta distância no atletismo, de força em geral, como lutas, levantamento de peso, musculação, e esportes como futebol e voleibol.

A melhora do desempenho em atividades físicas que utilizam força com o uso da creatina, conforme as pesquisas, foi em média de 5%, um índice bastante significativo. Ela é indicada também para combater a fadiga e o estresse, porém, consumi-la sem fazer uma alimentação adequada e praticar exercícios regularmente pode ser prejudicial, podendo provocar um aumento de peso, e como qualquer outro suplemento, se usada

indiscriminadamente e sem prescrição de um profissional da área de nutrição, a substância pode provocar uma sobrecarga nos rins e outros órgãos. Sendo importante acrescentar que a sua suplementação é contra indicada pessoas que apresentem alguma disfunção renal.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Histórico

A creatina tem sido considerada um constituinte alimentar há mais de cento e cinquenta anos, e importantes pontos históricos foram documentados nos primeiros estudos gerais, assim como nos mais recentes, estabelecendo uma relação histórica com o exercício ou com o desempenho esportivo (Balsom et al., 1994; Ekblom, 1996).

A creatina foi descoberta em 1832 pelo cientista francês Michel Eugene Chevreul, que extraiu da carne um novo constituinte orgânico e assim o nomeou. Em 1847, Justus von Liebig confirmou que a creatina era um constituinte regular da carne animal e relatou um maior conteúdo dessa substância em animais selvagens quando comparados a animais de cativeiro, menos ativos fisicamente. Ainda no século XIX, na década de 1880, foi descoberta creatinina na urina, e autores posteriores especularam que ela era derivada da creatina e estaria relacionada com a massa muscular total. Pelo fato de a extração da creatina a partir da carne fresca ser um processo caro, as primeiras pesquisas foram limitadas, porém, já no início do século XX, a suplementação de creatina demonstrou aumentar o conteúdo de creatina muscular em animais. A creatina fosfato (CP), forma fosforilada da creatina, foi descoberta em 1927, com observações de que estava envolvida no gasto energético do exercício. A creatina quinase, enzima que catalisa a fosforização da creatina, foi descoberta em 1934.

Em 1968, com a descoberta da técnica de biópsia por agulha para extrair amostras de músculo humano, cientistas suecos investigaram o papel da CP durante o exercício e sua recuperação. Mais recentemente, técnicas de ressonância nuclear magnética, as quais são não invasivas, têm sido usadas para estudar a dinâmica da creatina fosfato, sendo particularmente apropriadas para medir continuamente as concentrações relativas e os ritmos de renovação (turnover) no músculo dos compostos fosforilados de alta energia, assim como outros eventos metabólicos que ocorrem durante o exercício (McCann et al. 1995; McCully et al. 1994).

2.2. Sistema Energético ATP-CP

Como apenas uma pequena quantidade de ATP é armazenada de fato na célula e não pode ser fornecida através do sangue ou a partir de outros tecidos, essa substância deverá ser ressintetizada continuamente no mesmo ritmo com que é utilizada. Essa situação gera um mecanismo sensível para regular o metabolismo energético na célula. Como o ATP é mantido apenas em pequenas quantidades, sua concentração relativa (e a correspondente concentração de ADP) é alterada rapidamente com qualquer aumento no metabolismo energético. Esta mudança estimula imediatamente a decomposição dos nutrientes armazenados para fornecer energia para a ressíntese de ATP. Dessa forma, o metabolismo energético aumenta rapidamente nos estágios iniciais de exercício.

A quantidade total de ATP no organismo é limitada a aproximadamente 80 à 100 gr, representando uma quantidade de energia que é suficiente somente para realizar um nível de exercício máximo por alguns segundos (McArdle, Katch, 1998).

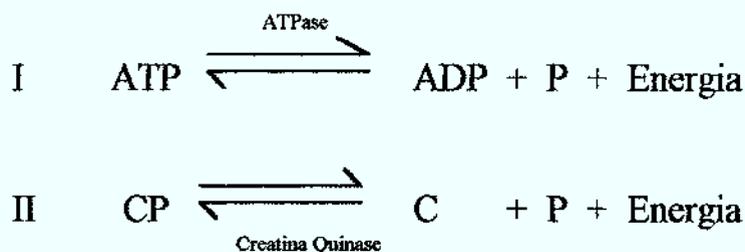
Apesar de as principais fontes de energia química para a ressíntese do ATP serem as gorduras e os carboidratos, parte da energia para a sua ressíntese é gerada rapidamente e

sem oxigênio a partir de outro composto fosfato rico em energia, denominado fosfato de creatina, ou CP.

O corpo armazena creatina tanto na forma livre (CL) quanto na fosforilada. Somando as quantidades de creatina fosforilada e livre, ambas resultam no conteúdo corporal total de creatina (CT). O homem adulto médio (70 Kg) armazena cerca de 120 g de creatina, sendo que aproximadamente 95% dela está armazenada na musculatura esquelética. Dessa quantidade, cerca de 60-70% liga-se ao fosfato, formando a CP, enquanto os 30-40% restantes permanecem como creatina livre (Greenhaff, 1997b).

A transferência de energia de CP, é essencial durante as transições de uma baixa para alta demanda de energia, como ocorre no início de um exercício, quando as necessidades de energia ultrapassam a quantidade proporcionada pelo fracionamento dos macronutrientes armazenados. A concentração de CP na célula é cerca de quatro a seis vezes maior que a de ATP. Por isso, a CP é considerada como um reservatório de fosfato de alta energia.

A molécula de CP é semelhante à molécula de ATP, pelo fato de uma grande quantidade de energia livre ser liberada quando é desfeita a ligação entre as moléculas de creatina e de fosfato. Como a hidrólise da CP (catalisada pela enzima creatina quinase) produz mais energia livre que a do ATP, a fosforilação do ADP é acionada. Nas reações reversíveis a seguir esse equilíbrio é demonstrado:



Se existe energia suficiente, creatina (C) e fosfato (P) podem ser unidos para formar novamente CP. O mesmo é verdadeiro para o ATP. A reação I ilustra a união de ADP e fosfato para formar novamente ATP.

A energia potencial liberada pela cisão das ligações é conservada por intermédio de reações acopladas que acarretam a formação de novas ligações. Alguma energia perdida por uma molécula pode ser transferida para a estrutura química de outra molécula sem ser perdida na forma de calor. Essa transferência de energia através das ligações fosfato é designada fosforilação.

2.3. Suplementação de Creatina

Os benefícios ergogênicos teóricos da suplementação de creatina estão relacionados ao seu papel, bem como ao da CP, na energética muscular. Ainda que a suplementação de creatina possa, teoricamente, ser ergogênica para o desempenho no exercício de intensidade muito alta e curta duração dependente do sistema ATP-CP, ela também pode beneficiar o desempenho em sessões de exercício menos intensas e mais prolongadas.

Vários estudos que investigaram os efeitos ergogênicos da suplementação de creatina propuseram diversos mecanismos pelos quais essa suplementação pode ser ergogênica, tanto para o exercício de alta quanto para o de muito alta intensidade (Harris et al., 1992; Hultman et al., 1996). Estes mecanismos envolvem:

a) O aumento dos níveis de CP disponível em repouso para servirem como um tampão imediato do uso de ATP durante o exercício;

b) O aumento dos níveis de creatina livre (CL) em repouso para aumentar a taxa de ressíntese da CP durante e após o exercício, facilitando a transferência da energia da mitocôndria para os locais de utilização de ATP;

c) O tamponamento de íons hidrogênio (H^+) aumentado para reduzir o excesso de acidez na célula muscular.

O consumidor de carne típico ingere cerca de 1 g de creatina diariamente. Como a concentração de creatina em alimentos naturais é relativamente baixa (aproximadamente 3-5 g de creatina por quilograma de carne ou peixe) e o processo de cozimento desses alimentos pode diminuir a biodisponibilidade de creatina, suas fontes na dieta podem não representar um meio prático de obter quantidades significativas desse nutriente, particularmente as recomendadas durante a fase de sobrecarga da creatina. Os protocolos de suplementação de creatina envolvem uma fase de sobrecarga e outra de manutenção. Várias estratégias de suplementação de creatina têm sido utilizadas na tentativa de aumentar seu conteúdo muscular total, especialmente de CP.

O protocolo de pesquisa mais comumente utilizado para promover a sobrecarga de creatina é a ingestão de 20-30 g de nutriente, normalmente monidrato de creatina, em quatro doses iguais de 5-7 g dissolvidos em 250 ml de líquido, ao longo do dia (normalmente de manhã, ao meio-dia, à tarde e no início da noite) em um período de 5 a 7 dias. Para os indivíduos que podem sentir desconforto ao ingerir grandes quantidades diárias de creatina, recomenda-se uma dose menor (3 g / dia) por um período de tempo maior (cerca de 1 mês) como uma alternativa para o protocolo de sobrecarga de creatina (Hultman et al., 1996).

A maioria dos estudos de sobrecarga de creatina utilizou doses absolutas, sem basear a quantidade de suplemento no peso corporal. Entretanto, Hultman et al. (1996) recomendaram uma dose de sobrecarga de 0,3 g/kg de massa corporal diariamente por um período de 5 a 6 dias; para um homem de 70 kg, essa recomendação corresponderia a 21 g/dia. Devido ao fato de a creatina parecer se acumular principalmente no tecido

muscular, alguns cientistas têm baseado as doses de suplementação na massa isenta de gordura, ou massa magra.

2.4. Força Máxima e Hipertrofia Muscular

A força máxima (Fm) representa a maior força disponível, que o sistema neuromuscular pode mobilizar através de uma contração máxima voluntária (Weineck, 1999).

A força máxima é distinguida em força máxima estática e dinâmica. A Fm estática é a maior força que o sistema neuromuscular pode mobilizar através de uma contração voluntária contra uma determinada resistência; e a Fm dinâmica é a força máxima que o sistema neuromuscular pode desenvolver por uma contração voluntária dentro de uma determinada sequência de movimentos. A força máxima estática é sempre maior que a força máxima dinâmica, pois uma Fm somente pode ser desenvolvida se a carga (carga limite) e a capacidade de contração do músculo estiverem em equilíbrio.

A força máxima depende dos seguintes componentes:

- das estrias transversais dos músculos (linhas Z);
- da coordenação intermuscular (coordenação entre músculos que atuam como agonistas em um mesmo movimento, que trabalham juntos num mesmo movimento);
- da coordenação intramuscular (coordenação dentro do músculo).

De modo geral pode-se dizer que a força de um músculo depende sobretudo de sua secção transversal - um músculo pode levantar até 6 kg por cm² de sua secção transversal (Weineck, 1999). Se houver o aumento da secção transversal de uma fibra, há também o aumento de sua força.

As fibras que utilizam oxigênio dependem dele para produzir energia e são denominadas aeróbias, ou do tipo I, vermelhas ou slow-twitch (ST). As fibras que não

necessitam de oxigênio são anaeróbias, tipo II, brancas ou fast-twitch (FT). Os dois tipos de fibra existem relativamente na mesma proporção no corpo, e essa relação 50/50 parece não ser afetada de maneira significativa pelo treinamento de força.

2.5. Treinamento de Força

A hipertrofia muscular deve-se à hipertrofia de cada fibra muscular isoladamente, devido ao aumento das miofibrilas e de sua secção transvesal. Entretanto, deve-se notar que os diversos tipos de fibras - tipo I (ST) e tipo II (com suas subcategorias IIa, IIb, e IIc / fibras do tipo FT)- são diferentemente requisitadas, de acordo com o tipo e a intensidade do treinamento. Treinamentos de baixa intensidade estimulam exclusivamente as fibras do tipo I. Em treinamentos de intensidade média, as fibras do tipo II passam a ser gradualmente requisitadas e estimuladas (primeiramente a IIc, seguida da IIa e finalmente da IIb, a fibra muscular mais rápida e mais forte do organismo humano).

Com cargas acima dos 80% da força máxima são mobilizados igualmente todos os tipos de fibras musculares - tipo I e II (Weineck, 1999).

Um aumento da força em função da hipertrofia muscular depende do tipo de treinamento e da força empregada. Entre os métodos mais populares podemos destacar o Treinamento Dinâmico Positivo (Treinamento Concêntrico), onde o trabalho é desenvolvido com encurtamento muscular, sendo um produto da força (kgf) vezes o deslocamento (m). Uma de suas vantagens é a melhoria da coordenação neuromuscular obtida paralelamente ao aumento da força.

No Treinamento Dinâmico Negativo (Treinamento Excêntrico) o trabalho é desenvolvido com o alongamento muscular, com contrações excêntricas, que ocorrem quando a resistência externa ultrapassa a força muscular, tornando o músculo mais longo com o aumento da tensão. Para obter-se o máximo de rendimento no treinamento de

força , deve-se utilizar uma combinação dos diversos métodos e suas variáveis, para usufruir das vantagens que cada um proporciona.

2.6. Suplementação e Influência Sobre a Força Máxima

Entre os vários estudos pesquisados analisando o desempenho da suplementação de creatina, sete descreveram efeitos ergogênicos e três não.

Becque et al. (1997) investigaram os efeitos da suplementação de creatina sobre o treinamento de força (programa periodizado em 6 semanas, começando com 8 repetições máximas [RM] e terminando em 2 RM) no desempenho de 1 RM. Vinte e três levantadores de peso experientes do sexo masculino foram distribuídos de modo não aleatório, duplo-cego, para o grupo suplementado com creatina (20 g/dia por 7 dias, 140 g no total) ou placebo (sacarose). Após o regime de sobrecarga inicial, o grupo suplementado com creatina também recebeu um regime de manutenção (2g/dia por 35 dias, 70 g no total). O treinamento de força aumentou significativamente a força de 1 RM em ambos os grupos, mas o grupo suplementado com creatina experimentou aumentos maiores que o grupo placebo.

Earnest et al. (1995) distribuíram aleatoriamente oito homens adaptados ao treinamento com pesos em controle placebo ou suplementação de creatina (20 g/dia por 14 dias, 280 g no total) com um protocolo duplo-cego. Aumentos significativos na 1 RM do supino (6%) e repetições do supino a 70% de 1 RM (35%) foram observados no grupo creatina.

Kelly e Jenkins (1998) distribuíram aleatoriamente 18 levantadores de peso treinados do sexo masculino para placebo ou suplementação de creatina (20 g/dia por 5 dias, 100 g no total). Após esse regime de sobrecarga inicial, os indivíduos suplementados receberam mais 5 g/dia por 21 dias (105 g no total). As variáveis

dependentes incluíram 3 RM e 5 séries de repetições a 85% de 1 RM até a fadiga. Aumentos em 3 RM foram observados em ambos os grupos, mas o aumento foi significativamente maior no grupo com creatina. Este grupo também aumentou significativamente o número de repetições para as 5 séries comparadas à não mudança no grupo placebo.

Knehans et al. (1998) distribuíram aleatoriamente 25 jogadores de futebol americano que estavam sob treinamento de força em grupos placebo ou creatina. A suplementação consistiu inicialmente de uma fase de sobrecarga de 20 g/dia por 5 dias (100 g no total) seguida por um regime de manutenção de 3g/dia por 58 dias (174 g no total). A 1 RM do supino e do agachamento foram medidas antes e depois da suplementação. Melhoras de 4,9% e 8% foram relatadas para 1 RM do supino e agachamento, respectivamente, com a suplementação. Os autores concluíram que a suplementação pode beneficiar atletas que também estão envolvidos no treinamento de força.

Larson et al. (1998) distribuíram 14 jogadoras de futebol em placebo ou suplementação aguda (15 g/dia por 7 dias, 105 g no total). Após o regime inicial de sobrecarga, os indivíduos suplementados receberam mais 5 g/dia por 60 dias (300 g no total). Os autores relataram aumentos na força de supino nas 3ª a 5ª semanas após o início do experimento, sem aumentos adicionais na 13ª semana. Parece que, nesses indivíduos, melhoras na força isotônica depois da ingestão de creatina estavam ligadas ao regime de sobrecarga aguda e não à suplementação crônica.

Volek et al. (1997b) distribuíram 14 homens ativos saudáveis de modo duplo-cego para o grupo placebo ou suplementação com creatina (25 g/dia por 7 dias, 175 g no total). As variáveis dependentes foram o desempenho no supino (cinco séries até a fadiga, usando uma resistência de 10 RM) e no agachamento com salto (cinco séries de 10

repetições usando 30% da 1 RM do agachamento). A suplementação de creatina aumentou significativamente a potência no número de repetições de 10 RM do supino (28%) e as cinco séries de agachamento com salto.

Em outro estudo recente realizado por **Volek et al. (1999)**, 19 homens saudáveis e adaptados ao treinamento de força foram distribuídos aleatoriamente para placebo ou suplementação com creatina (25 g/dia por 7 dias, 175 g no total), seguida por 5 g/dia pelas 11 semanas seguintes (385 g, ~560 g no total). A concentração total de creatina muscular, medida por biópsia, aumentou em 22% após uma semana de suplementação, e com 12 semanas, permaneceu significativamente aumentada no grupo creatina tanto em comparação com os valores iniciais quanto em relação ao grupo placebo (19%). Os indivíduos participaram de um treinamento de força periodizado durante o estudo. Após uma semana de suplementação, o desempenho de 1RM do agachamento não mudou significativamente em nenhum grupo. Após 12 semanas, entretanto, um aumento de 32% foi observado no desempenho de 1 RM no grupo creatina (142,1 kg), comparado aos valores iniciais (107,8 kg). O grupo placebo também aumentou o desempenho de 1 RM no agachamento (109,5 kg para 135,3 kg, 24%) com 12 semanas. A suplementação de creatina aumentou significativamente a 1 RM do supino de 93,0 kg (início) para 98,0 kg (5%, semana 1) para 115,6 kg (24%, semana 12). No grupo placebo, o aumento na 1 RM do supino foi significativo na semana 12 (109,9 kg, 16%) comparado aos valores iniciais (94,9 kg). Com 12 semanas, os desempenhos de 1 RM no supino e no agachamento foram significativamente maiores no grupo creatina, comparado ao grupo placebo.

Stevenson e Dudley (1998) distribuíram ao acaso 10 homens treinados em exercícios de força nos grupos placebo ou suplementação (20 g/dia por 7 dias, 140 g no total) para investigar os efeitos da creatina na 1 RM da extensão do joelho. Não houve

melhoras no desempenho de 1 RM após a suplementação de creatina. Os indivíduos também completaram cinco séries a 55% de 1 RM da extensão do joelho antes e depois da suplementação de creatina. Não houve diferenças nos grupos, mas foi observada uma tendência significativa na interação grupo-tempo ($p=0,06$), com o grupo creatina realizando 9,5% mais repetições depois da suplementação (antes= 42, depois= 46), comparado ao grupo placebo (antes= 42, depois= 43). Os autores sugeriram que isso pode ter ocorrido ou pela ergogenicidade da creatina ou por adaptações neurais a esse tipo de exercício.

Syrotuik et al. (1998) estudaram os efeitos da suplementação de creatina de um grupo de 21 homens destreinados que estavam participando de um treinamento de exercícios de força. Os indivíduos foram distribuídos aleatoriamente em placebo ou suplementação (20 g/dia por 5 dias, 100 g no total) seguida por um regime de manutenção (2 g/dia por 32 dias, ~64 g no total). A força isotônica foi mensurada no supino e no leg press inclinado (1 RM), com a resistência muscular medida pelas repetições até a fadiga a 50% de 1 RM do supino e leg press inclinado. A suplementação de creatina falhou em aumentar o desempenho de força e resistência muscular.

Wood et al. (1998) distribuíram aleatoriamente 44 homens adaptados ao treinamento com pesos em 42 dias de suplementação de creatina (20 g/dia por 5 dias; 2 g/dia por 37 dias), placebo e não suplementação. Antes e depois da suplementação, a 1 RM do supino foi mensurada. A suplementação de creatina não teve efeito no desempenho de 1 RM no supino.

2.7. Suplementação e Influência na Hipertrofia Muscular

Um dos propostos efeitos da suplementação de creatina é o aumento da massa corporal, particularmente da massa muscular. A suplementação de creatina pode

influenciar a massa corporal e possivelmente a composição corporal de várias maneiras. A creatina é uma substância osmoticamente ativa; assim, o aumento de seu conteúdo intracelular total (CT) na forma de creatina livre (CL) e creatina fosfato (CP) pode induzir um influxo de água para dentro da célula, aumentar a água intracelular e simultaneamente, a massa corporal (Volek et al., 1997a, 1997b; Ziegenfuss et al., 1998b). Além disso, algumas pesquisas sugerem que o aumento na hidratação celular ou creatina fosfato pode estimular a síntese protéica ou diminuir a degradação de proteínas, possivelmente aumentando a massa isenta de gordura (Clark, 1997; Ingwall, 1976; Volek e Kramer, 1996; Volek et al., 1997a, 1997b).

Volek et al. (1997a), usando 13 homens saudáveis treinados em força como sujeitos, reportaram um significativo aumento de 1,3 kg na massa corporal nos indivíduos após a suplementação de creatina (25 g/dia por 7 dias). O grupo placebo experimentou uma diminuição não significativa de 0,4 kg na massa corporal.

Volek et al. (1997b) em outro estudo usando um protocolo experimental idêntico, com o mesmo tipo de indivíduos como sujeitos, mas agora, calculando a ingestão calórica diária, descreveram um aumento significativo de 1,4 kg na massa corporal associado com a suplementação de creatina, não observando nenhuma mudança no grupo placebo.

Nesses dois estudos, embora não tenham calculado a porcentagem de gordura corporal, os cientistas avaliaram o efeito da suplementação sobre a espessura de sete dobras cutâneas (tríceps, subescapular, axilar média, peito, supriliaca, abdominal e da coxa). Não houve efeito significativo da suplementação de creatina na soma da espessura dessas dobras em nenhum dos estudos, sugerindo que o aumento na massa corporal tenha sido causado por um aumento da massa isenta de gordura.

Maganaris e Maughan (1998), usando um arranjo experimental transversal, descreveram aumentos significativos na massa corporal de 10 homens engajados em um programa de levantamento de peso após a fase de suplementação com creatina (10 g/dia por 5 dias), tendo o primeiro grupo suplementado ganhado 1,7 kg e o segundo 1,8 kg.

Earnest et al. (1997) descobriram que a suplementação de creatina por 10 dias (20 g/dia por 4 dias; 10 g/dia por 6 dias) não induziu mudanças significativas no peso corporal em 14 indivíduos treinados em atividades de força, incluindo quatro corredores que participavam de um treinamento intervalado intenso. Ainda que a corrida intensa possa contrapor-se a aumentos na massa corporal em função do considerável consumo de energia, 3 dos 4 corredores foram designados aleatoriamente para o grupo placebo.

3. CONCLUSÕES

Referente a influência da suplementação de creatina no treinamento de força, visando a melhoria da força máxima, segundo os artigos estudados, as evidências sugerem que a suplementação pode aumentar o torque e a produção de força.

A maioria dos trabalhos demonstrou que a creatina apresenta um efeito ergogênico no treinamento de força, sendo que em nenhum deles foi encontrado um efeito ergolítico (que diminuisse o desempenho).

Os resultados das pesquisas sugerem que a suplementação de creatina proporciona melhores resultados em indivíduos já adaptados ou com maior experiência no treinamento de força, do que em indivíduos destreinados e que iniciam esse tipo de treinamento.

Quanto a influência da suplementação de creatina no ganho de massa muscular ou hipertrofia, a maioria dos estudos demonstrou efeitos positivos, comprovando sua eficácia. O que não ficou totalmente comprovado, é se esse aumento de massa é devido a uma maior retenção de água intracelular, ou ao aumento das proteínas contráteis que constituem o músculo.

4. BIBLIOGRAFIA

Balsom, P., Söderlund, K. and Ekblom, B.: Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. *Sports medicine* 18: 268-280, 1994.

Becque, M.D., Lochmann, J.D., and Melrose, D.: Effect of creatine supplementation during strength training on 1-RM and body composition. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 29: S 146. 1997 (abstract).

Clark, J.F.: Creatine and phosphocreatine: A review of their use in exercise and sport. *Journal of Athletic Training* 32: 45-50, 1997.

Earnest, C.P., Snell, P.G., Rodriguez, R., Almada, A.L., and Mitchell, T.L. : The effect of creatine monohydrate ingestion on anaerobic power indices, muscular strength and body composition. *Acta Physiologica Scandinavica* 153: 207-209, 1995.

Earnest, C.P., Almada, A.L., and Mitchell, T.L.: Effects of creatine monohydrate ingestion on intermediate duration anaerobic treadmill running to exhaustion. *Journal of Strength and Conditioning Research* 11: 234-238, 1997.

Ekblom, B. : Effects of creatine supplementation on performance. *American Journal of Sports Medicine* 24: S38-S39, 1996.

Greenhaff, P.L. : The nutritional biochemistry of creatine. *Journal of Nutritional Biochemistry* 11: 610-618, 1997b.

Harris, R.C., Söderlund, K., and Hultman, E. : Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clinical Science* 83: 367-374, 1992.

Hultman, E., Söderlund, K., Timmons, J.A., Cederblad, G., and Greenhaff, P.L.: Muscle creatine loading in men. *Journal of Applied Physiology* 81: 232-237, 1996.

Ingwall, J.S. : Creatine and the control of muscle-specific protein synthesis in cardiac and skeletal muscle. *Circulation Research* 38: I-115 I-123, 1976.

Kelly, V.G., and Jenkins, D.G. : Effect of oral creatine supplementation on near-maximal strength and repeated sets of high-intensity bench press exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research* 12: 109-115, 1998.

Knehans, A., Bemben, M., Bemben, D., and Loftiss, D. : Creatine supplementation affects body composition and neuromuscular performance in football athletes. *FASEB Journal* 12: A863. 1998 (abstract).

Larson, D.E., Hunter, G.R., Trowbridge, C.A., Turk, J.C., Harbin, P.A., and Torman, S.L. : Creatine supplementation and performance during off-season training in female soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30: S264, 1998 (abstract).

Maganaris, C.N. and Maughan, R.J. : Creatine supplementation enhances maximum voluntary isometric force and endurance capacity in resistance trained men. *Acta Physiologica Scandinavica* 163: 279-287, 1998.

McArdle, W.D., Katch, F.I., Katch, V.L. Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano. Editora Guanabara-Koogan, 4ª ed., 1998.

McCann, D.J. et al. : Phosphocreatine kinetics in humans during exercise and recovery. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27:378, 1995.

McCully, K.K. et al. : Simultaneous in vivo measurements of HbO₂ saturation and PCr kinetics after exercise in normal humans. *Journal Applied Physiology* 77:5, 1994.

Stevenson, S.W., and Dudley, G.A. : Creatine supplementation and resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research* 12:278, 1998 (abstract).

Syrotuik, D.G., Bell, G.J., Burnham, R., Sim, L.L., Calvert, R.A., and MacLean, I.M. : Absolute and relative strength performance following creatine monohydrate supplementation combined with periodized resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 12: 278, 1998 (abstract).

Volek, J.S., Boetes, M., Bush, J.A., Putukian, M., Sebastianelli, W.J., and Kraemer, W.J. : Response of testosterone and cortisol concentrations to high-intensity resistance exercise following creatine supplementation. *Journal of Strength and Conditioning Research* 11: 182-187, 1997a.

Volek, J.S., Duncan, N.D., Mazzetti, S.A., Staron, R.S., Putukian, M., Gómez, A.L., Pearson, D.R., Fink, W.J., and Kraemer, W.J. : Performance and muscle fiber adaptations

to creatine supplementation and heavy resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise* : 31. In press, 1999.

Volek, J.S., and Kraemer, W.J. : Creatine supplementation: Its effect on human muscular performance and body composition. *Journal of Strength and Conditioning Research* 10: 200-210, 1996.

Volek, J.S., Kraemer, W.J., Bush, J.A., Boetes, M., Incledon, T., Clark, K.L., and Lynch, J.M. : Creatine supplementation enhances muscular performance during high-intensity resistance exercise. *Journal of the American Dietetic Association* 97: 765-770, 1997b.

Weineck, Jürgen. *Treinamento Ideal*. Editora Manole, 9^a ed., 1999.

Wood, K.K., Zabik, R.M., Dawson, M.L., and Frye, P.A. : The effects of creatine monohydrate supplementation on strength, lean body mass, and circumferences in male weightlifters. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30:S272, 1998 (abstract).

Ziengelfuss, T.N., Lowery, L.M., and Lemon, P.W.R. : Acute fluid volume changes in men during three days of creatine supplementation. *Journal of Exercise Physiology* 1(3): 1-9, 1998b.