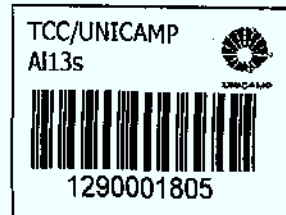


A SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA NO TREINAMENTO DE FORÇA- UMA REVISÃO DE LITERATURA

Denise M. Milano Albani
Campinas
2004

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Educação Física



A SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA NO TREINAMENTO DE FORÇA- UMA REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de
bacharel em Treinamento em Esportes, sob orientação do Prof. Dr. Miguel de
Arruda

Denise M. Milano Albani
Campinas 2004

AGRADECIMENTOS

Ao meu professor, Prof. Dr. Miguel de Arruda, por sua colaboração e disponibilidade em me ajudar a concluir esse trabalho.

Ao professor Orival, por toda a sua atenção ao longo desse curso,

Aos meus pais, Achilles e Sueli e ao meu irmão, Vitor, pelo apoio em todas as horas.

Ao meu namorado, Glauber, por estar do meu lado, sempre!

Ao meu filho Mateus, por mesmo ainda sem entender, ter que me dividir com a faculdade.

Ao meu sogro, Antonio por todos os artigos médicos enviados

Às minhas amigas Maíra, Maitê, e Tessália pela nossa grande amizade

Obrigada!

Resumo

A creatina é um peptídeo sintetizada no fígado e no pâncreas formado por três aminoácidos: glicina, arginina e metionina. É um componente normal da dieta, encontrada em carnes, aves e peixes.

As concentrações de creatina na musculatura podem ser aumentadas através da dieta suplementada pela mesma, resultando na melhora do rendimento em exercícios de curta duração e alta intensidade.

Ela é armazenada na musculatura esquelética sob forma livre ou ligada ao fosfato, formando a creatina fosfato.

No início do exercício, o ATP é quebrado rapidamente em ADP + Pi com liberação de energia e em seguida, é regenerado pela creatina fosfato. Sendo a quantidade de creatina fosfato limitada, a quantidade de ATP formada provê energia para a contração muscular somente no início do exercício e em exercícios de curta duração (até 5 segundos) e alta intensidade.

O treino de força é composto normalmente por este tipo de estímulo, sendo portanto um esforço dependente do sistema ATP- CP.

Com a suplementação de creatina, procura-se facilitar a recuperação, permitindo um nível mais alto no rendimento de potência, proporcionando melhora nos índices de força e aumento da massa muscular, capacitando o indivíduo a aumentar a intensidade do treinamento.

A suplementação de creatina aumenta significativamente a capacidade de força e potência, a capacidade de desenvolver velocidade e/ou a capacidade de executar exercícios de maneira repetitiva numa intensidade alta.

Ela é um componente normal da dieta, e seu uso não é impedido por qualquer lei desportiva.

Objetiva-se com este trabalho, oferecer organizado conhecimento, à partir de uma revisão de literatura, sobre a suplementação de creatina no treino de força.

Abstract

Creatine is a peptide synthesized in the liver and in the pancreas formed by three amino acids: glycine, arginine and methionine. It is a normal component of the diet, found in meats, chicken and fish.

Creatine concentrations in the musculature can be increased through the diet supplemented by the same, resulting in the improvement of the revenue in exercises of short duration and high intensity.

It is stored in the skeletal musculature under form free or linked to the phosphate, forming the creatine phosphate.

In the beginning of the exercise, ATP is broken quickly in ADP + Pi with liberation of energy and soon after, it is regenerated by the creatine phosphate. Being the amount of creatine phosphate limited, the amount of formed ATP only provides energy for the muscular contraction in the beginning of the exercise and in exercises of short duration (up to 5 seconds) and high intensity.

The training of force is usually composed by this incentive type, being therefore a dependent effort of the system ATP - CP.

With the creatine supplementation, search it to facilitate the recovery, allowing a higher level in the potency revenue, providing gets better in the indexes of force and increase of the muscular mass, qualifying the individual to increase the intensity of the training.

The creatine supplementation increases significantly the capacity of force and potency, the capacity to develop speed and the capacity to execute exercises in a repetitive way in a high intensity.

It is a normal component of the diet, and your use is not impeded by any sport law. The aim of this work, is to offer organized knowledge, the starting from a literature revision, on the creatine supplementation in the training of force.

SUMÁRIO

Introdução	1
CAPÍTULO 1 – CREATINA	3
1.1 - Biossíntese	3
1.2 - Creatina total	4
1.3 - Concentrações de creatina no músculo esquelético	4
1.4 - Substrato energético para a contração muscular	4
1.5 - Sistema ATP-CP	5
1.6 - Auxílios Ergogênicos	7
1.7 - Suplementação com creatina	7
CAPÍTULO 2 – TREINAMENTO DE FORÇA	13
2.1 - Fatores que influenciam no desenvolvimento de força muscular	13
2.2 - Divisões da Força	14
2.3 - Efeitos Fisiológicos do Treino de Força	15
Considerações Finais	17
Referências Bibliográficas	18

Introdução

Com a crescente busca pela melhora do rendimento esportivo, aumento da força e da massa muscular, praticantes de musculação vêm utilizando cada vez mais os suplementos nutricionais como forma de auxílio ergogênico, associados ao treinamento.

A creatina, a qual se encaixa nessa categoria, vêm sendo utilizada por praticantes de atividades com características de força máxima, força explosiva e velocidade. Como é o caso dos fisiculturistas, lutadores e frequentadores de academia.

Estima-se que 80% dos atletas dos Jogos Olímpicos de Atlanta em 1996, utilizaram creatina.(Williams et al.,2000). E pode ser estimado que em 1999 e 2000, mais de 2,5 milhões de pessoas tenham consumido creatina (ACSM, 2000)

O objetivo deste trabalho é promover um aprofundamento de conhecimento sobre a creatina e seus efeitos no treinamento de força.

No primeiro capítulo serão abordados conceitos relacionados à creatina, sua biossíntese e concentração, entrando no principal item deste trabalho , que é seu uso ligado à suplementação. Ainda no primeiro capítulo, há a definição do sistema ATP-CP e sua relação com os exercícios de curta duração e alta intensidade.

Durante um esforço muscular ocorre a quebra do ATP em ADP +P, resultando na liberação de energia. Apesar das principais fontes para a ressíntese de ATP serem gorduras e carboidratos, a obtenção de energia à partir destas fontes requer um tempo para a reativação das vias metabólicas; neste intervalo, a ressíntese de ATP é totalmente dependente da creatina fosfato.

A creatina, como creatina fosfato é a forma de fornecer ATP durante os esforços de alta intensidade e curta duração. Ao fornecer seu átomo de fosfato ao ADP, formando novamente ATP, a creatina permite o prolongamento do exercício que não seria possível normalmente.

No segundo capítulo, o tema abordado é o treino de força e suas classificações e efeitos fisiológicos.

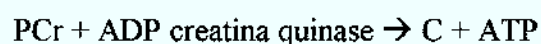
O capítulo seguinte trata das considerações finais, sugerindo que ainda faltam estudos sobre a suplementação de creatina, tais como seus efeitos a longo prazo e sua ação em diferentes grupos.

1. CAPÍTULO 1 - CREATINA

A creatina é encontrada na carne vermelha, aves e peixes, que contém aproximadamente de 4 a 5g de creatina por kilo de carne. E encontrada também na forma de suplemento (monoidrato de creatina ou CrH_2O). O corpo humano sintetiza apenas cerca de 1g desse composto por dia. (Mc Ardle et.al, 1999)

Como recurso ergogênico, se destacou nos Jogos Olímpicos de Barcelona em 1992, devido ao seu uso por corredores ingleses de curta distância ou com barreiras.

Ao ser ingerida, a maior parte é incorporada ao músculo esquelético, cerca de 40% existe como creatina livre e o resto se combina com o fosfato, formando a fosfocreatina. A fosfocreatina funciona como um reservatório de energia das células para fornecer energia rápida ligada ao fosfato para ressintetizar o ATP na reação:



(Mc Ardle et.al, 1999)

Em humanos, cerca de 95% da creatina total está localizada na musculatura esquelética, com aproximadamente 3% encontrada em sua forma livre. O restante é encontrado na forma fosforilada. Ambas as concentrações na musculatura esquelética variam muito, influenciadas por fatores como o tipo de fibra muscular, idade e doenças.

As concentrações de creatina na musculatura podem ser aumentadas através de dieta suplementada pela mesma, resultando no crescimento do rendimento físico em exercícios intermitentes de alta intensidade.

1.1 Biosíntese

A síntese de creatina é feita através de três aminoácidos : glicina, arginina e metionina. Através de um processo chamado transaminação, ocorre a transferência do grupo amina da arginina para a glicina, formando guanidilacetato e ornitina, uma reação reversível catalizada pela enzima glicina- amina- transaminase. (Balsom *et al.*, 1993). Em seguida,

através da reação irreversível da transmetilação ocorre a formação da creatina a partir da adição do grupo metil da (S)-adenosilmetina . (Devlin, 1992)

Após a absorção intestinal da creatina, a creatina plasmática é transportada para vários tecidos corporais, inclusive para o coração, musculatura lisa, cérebro e testículos. (Williams *et al.*, 2000) , enquanto a maioria dos estoques corporais de creatina encontra- se na musculatura esquelética.

A regeneração do ATP é feita pela transferência do grupo fosfato da creatina fosfato para adenosina difosfato (ADP), na reação catalisada pela enzima creatina quinase, resultando na restauração do ATP e liberação de creatina fosfato.

A concentração de creatina fosfato aparece para correlacionar- se com o desenvolvimento da força e pode contribuir com a fadiga (Hultman, 1967).

1.2 Creatina total

A creatina total em humanos representa a concentração de creatina em sua forma livre e fosforilada. Dos 95% da creatina armazenada na musculatura esquelética, cerca de 60- 70% se liga ao fosfato formando a creatina fosfato, enquanto os 30- 40% permanecem como creatina livre (Williams, *et al.*, 2000).

Parte da ressíntese de creatina pode ser feito por fontes exógenas da mesma, encontrada em alguns alimentos, como carnes e peixes. O restante é derivado pelas vias endógenas através de seus aminoácidos precursores.

1.3 Concentrações de creatina no músculo esquelético

O conteúdo total de creatina no músculo estriado é cerca de 30 mmol/kg (Clark, 1997). Como 1mmol de creatina corresponde a cerca de 131mg, o conteúdo de creatina no músculo aproxima- se de 4g/kg.

1.4 Substrato energético para a contração muscular

A energia necessária para a realização de exercícios é fornecida em forma de ATP. No músculo, a energia da hidrólise do ATP pela enzima miosina ATPase ativa os espaços específicos nos elementos de desenvolvimento de força, os quais permitem um esforço de contração muscular (Maughan *et al.*, 2000). A energia liberada resulta em adenosina difosfato (ADP) e fosfato inorgânico (Pi). Caso os estoques de ATP sejam limitados, eles podem ser regenerados por outros processos metabólicos, incluindo a glicólise anaeróbia e o metabolismo oxidativo.

Na glicólise anaeróbia, a participação da creatina é essencial, sendo que dois terços da mesma armazenados no músculo são fosforilados pela enzima creatina quinase para formar creatina fosfato. Durante o exercício explosivo, o fosfato da creatina fosfato fornece energia para a ressíntese de ATP. A energia derivada da degradação da creatina fosfato permite ao ATP ser reciclado mais de doze vezes durante um exercício supramáximo (Williams *et al.*, 2000).

Na célula muscular, a creatina é transformada em creatina fosfato (CP). CP funciona como um fonte rápida de energia, suficiente para alguns segundos de trabalho. Ela também repõe nossas reservas de ATP, possibilitando maior duração do esforço muscular. (Kleiner, 1998)

1.5 Sistema ATP-CP

O método mais simples e rápido para a produção de energia, envolve a doação de um grupo fosfato e de sua ligação energética da creatina fosfato, para o ADP, formando a ATP. (Powers;Howley, 2000)

Segundo Powers; Howley (2000), assim como o ATP é quebrado rapidamente em ADP + Pi no início do exercício, essa reação é ressintetizada pela creatina fosfato. Porém como as células musculares são capazes de armazenar somente pequenas quantidades de creatina fosfato, a quantidade total de ATP formado também é limitado. Sendo assim, o sistema ATP-CP provê energia para a contração muscular no início do exercício e em exercícios de curta duração (menos de 5 segundos) e de alta intensidade.

Segundo McArdle et al.(1999), a fosfocreatina pode funcionar como uma lançadeira que leva o fosfato intramuscular entre a mitocôndria e os locais das pontes cruzadas onde se inicia a contração muscular.

Altos níveis sarcoplasmáticos de ATP/ADP através da transferência através da fosfocreatina tornam-se importantes em esforços de duração de até 10 segundos, com alta ressíntese de ATP. Com o aumento na transferência de energia através da fosfocreatina, ocorre diminuição desse processo a partir da glicólise anaeróbia, que aumenta os íons de hidrogênio e diminui o pH devido ao acúmulo de ácido láctico.

Sendo assim, pode-se relacionar o aumento na disponibilidade de fosfocreatina com maior renovação do ATP durante um esforço muscular de curta duração, com a diminuição da depleção de fosfocreatina e com diminuição da glicólise anaeróbia.

Após sessões repetidas de esforço intenso e rápido, a fosfocreatina facilita a recuperação, permitindo um nível mais alto no rendimento de potência, proporcionando melhora nos índices de força muscular e aumento nas explosões de endurance, capacitando o indivíduo a aumentar a intensidade do treinamento.

Controle do sistema ATP-CP

No início do exercício, o ATP é quebrado em ADP + Pi para fornecer energia à contração muscular. O aumento de ADP estimula a enzima creatina quinase a degradar a creatina fosfato para a ressíntese do ATP.(Powers; Howley,2000)

Exercício de curta duração

A energia para a realização do exercício de curta duração e de alta intensidade é originada essencialmente pela via metabólica anaeróbia. .(Powers; Howley,2000)

O sistema ATP-CP fornece energia necessária para esforços que duram de 1 à 5 segundos. (Powers; Howley,2000)

1.6 Auxílios Ergogênicos

Segundo Powers;Howley (2000), auxílios ergogênicos são substâncias ou fenômenos que produzem trabalho e que, acredita-se melhoram o desempenho. Incluem nutrientes (categoria na qual se encontra a creatina), drogas, exercícios de aquecimento, inalação de oxigênio, hipnose e auxílios biomecânicos extrínsecos.

O efeito de um auxílio ergogênico depende de um certo número de variáveis:

- Quantidade: muito pouco ou excessivo pode não surtir efeito
- Indivíduo: pode ser efetivo em indivíduos “não-treinados” e não em indivíduos “treinados” ou vice-versa.
- Tarefa: pode funcionar em tarefas relacionadas à potência de curta duração, mas não em endurance, ou vice-versa. Pode funcionar em atividades motoras grosseiras de músculos grandes e não para atividades motoras finas, ou vice-versa.
- Uso: pode ter efeito positivo se utilizado em um espaço de curta duração e seu uso prolongado comprometer o desempenho, ou vice-versa.

(Powers;Howley, 2000)

1.7 Suplementação com creatina

Para que a suplementação de creatina seja eficaz, esta deve ser absorvida eficientemente pelos intestinos, deve aumentar as concentrações plasmáticas e ser transportada para dentro das células musculares, a fim de aumentar tanto as concentrações de creatina total quanto a fosforilada, além das concentrações normais necessárias para a produção de energia ou a ressíntese energética do substrato (Williams *et al.*, 2000).

Estudos feitos por Soderlund (1992) mostraram um aumento de 24,6 mmol/kg na creatina total, após 6 dias de suplementação com 20g de CrH₂O. Greenhaff *et al.* (1994), mostraram que 5 de 8 voluntários que foram suplementados com CrH₂O aumentaram suas concentrações totais no músculo de 19 para 35 mmol/kg.

Estudos de Balsom *et al.* (1993) e Soderlund *et al.* (1992) envolvendo a suplementação de 20g/ dia de CrH₂O, durante 6 dias, usando um protocolo de 5 séries de 6 segundos de pedaladas máximas em bicicleta ergométrica com 30 segundos de intervalo, seguida de 40 segundos de descanso após cada série e mais uma investida de 10 segundos. Ambos mostraram altas concentrações de creatina fosfato e diminuição do lactato muscular.

Estudos feitos com corredores de cross- country (Balsom *et al.*, 1993) e de resistência aeróbia (Stoud *et al.*,1994; Green *et al.*, 1993) não observaram efeitos com a suplementação de CrH₂O, demonstrando que exercícios físicos que não possuem características anaeróbias não são beneficiados com a suplementação de creatina.

Portanto, a ingestão de doses de 20 –30g de CrH₂O por um período de 4 a 5 dias mostrou elevação nas quantidades de creatina livre e fosforilada encontradas na musculatura esquelética. E mostraram uma capacidade de manutenção da força em exercícios de alta intensidade, principalmente quando estes eram repetidos em curtos períodos de recuperação.

Sua ingestão de 20 a 30g por dia por um período de até duas semanas faz aumentar em até 30% a concentração intramuscular livre e de fosfocreatina. (Mc Ardle et.al,1999)

Pesquisas analisaram os efeitos da suplementação diária de 30g de creatina em corredores treinados durante 6 dias. As avaliações foram baseadas em quatro corridas de 300 metros, com 4 minutos de descanso e quatro corridas de 1.000 metros com 3 minutos de descanso. a suplementação de creatina melhorou significamente os dois eventos, sendo os melhores resultados encontrados nas corridas de 1.000 metros. (Mc Ardle et.al,1999)

Em outra pesquisa, com uma suplementação de 20g diárias de creatina, durante 4 dias, também foi verificada melhora na capacidade anaeróbia em 3 testes de Wingate, de 30 segundos na bicicleta ergométrica. (Mc Ardle et.al,1999)

Segundo McArdle et al. (1999), usuários de creatina adotam uma fase de carga através da ingestão de 20 a 30g por dia durante 5 a 7 dias. Após essa fase, segue-se a manutenção com a complementação diária de 2 a 5g.

Estudos compararam a ingestão de 20g de creatina durante 6 dias para um grupo de 6 homens com a ingestão de 20g de creatina durante 6 dias, caindo para 2g por dia por mais 28 dias, para um grupo de 9 homens. Foram feitas biópsias do músculo antes do início da

suplementação e após 7, 21 e 35 dias. A concentração total de creatina muscular aumentou aproximadamente 20% após 6 dias. Sem a continuação da suplementação, o conteúdo de creatina muscular caiu gradativamente para o nível basal em 35 dias. Já o grupo que continuou com a complementação reduzida por mais 28 dias, manteve o nível aumentado de creatina muscular.

Foi comprovado em pesquisa, que a ingestão de carboidrato pode aumentar a carga de creatina. Durante 5 dias os indivíduos receberam 5 g de creatina, cinco vezes ao dia; ou 5g de creatina e após 30 minutos, 93g de um açúcar simples de alto índice glicêmico quatro vezes ao dia. O grupo que recebeu apenas a suplementação com creatina, aumentou significativamente a PCr muscular (7,2%) a creatina livre (13,5%) e a creatina total (20,7%). Já o grupo que recebeu a suplementação juntamente com o carboidrato, obteve 14,7% de aumento da fosfocreatina muscular; 18,1% na creatina livre e 33% na creatina total. A provável hipótese é que a elevação na concentração de creatina, com suplementação de creatina e açúcar seja resultado da absorção de glicose mediada pela insulina, facilitando o transporte de creatina para as fibras musculares. (Mc Ardle et.al, 1999)

Estudo realizado por Dawson et al.(1995) relatou que a suplementação de creatina 20 gramas por dia, durante 5 dias aumenta significativamente o pico de potência durante a primeira série de 6x 6 segundos de tiros de velocidade.

Estudo realizado por Birch e col. (1994) foi demonstrado que a suplementação de creatina aumentou o pico de potência durante 3 séries de 30 repetições de esforço em velocidade máxima na bicicleta.

Estudos recentes revelaram que a ingestão de grandes quantidades de creatina (20 gramas por dia) durante 5 dias, resulta num aumento dos estoques de creatina fòsfato nos músculos. Essa suplementação de creatina demonstrou melhora no desempenho durante o exercício de curta duração e de alta intensidade. (Powers;Howley, 2000)

A suplementação de creatina produz melhoras significativas nos esportes que requerem altos níveis de força e potência. (Kleiner, 1998)

Segundo Kleiner (1998), estudos ligados à suplementação de creatina mostraram ganhos de força e potência e aumento de massa corporal em dois a quatro quilos em uma semana. O ganho inicial de peso é relacionado ao acúmulo de água dentro das células musculares

adicionado a creatina, sendo o aumento de água nas células o primeiro passo para que ocorra o processo anabólico. Esse fator, somado aos ganhos de força e potência e aumento da intensidade dos exercícios levam a um aumento dos músculos.

Kleiner cita um artigo do *International Journal of Sports Nutrition* onde a creatina não é descrita como mais um suplemento, mais como um meio de promover aumento na performance para atletas envolvidos nos esportes de explosão.

A suplementação de creatina não transforma os músculos diretamente, atuando de forma indireta: o indivíduo poderá trabalhar com mais intensidade, resultando em melhores resultados no ganho de massa. (Kleiner, 1998)

Segundo Kleiner (1998), pesquisas mostraram que a ingestão de 20 a 25 gramas de creatina monoidratada por dia divididas em 4 ou 5 doses e depois disso, 2 gramas por dia manterão os músculos saturados com reserva extra de creatina.

A creatina tem melhor efeito se combinada com suplementação líquida de carboidratos, chegando a aumentar as reservas musculares do suplemento em até 60%. (Kleiner, 1998)

Um grupo de 24 homens, com idade média de 24 anos, foi dividido em dois outros grupos, um experimental e outro de controle. O grupo de controle, consumiu 20g de creatina monoidratada por dia (5g de creatina com suco de laranja sem açúcar, 4 vezes por dia) por 5 dias. O grupo experimental ingeriu as mesmas 4 doses de creatina monoidratada seguido 30 minutos depois de 17 onças de uma solução contendo carboidratos. Os níveis de creatina no grupo experimental foram 60% maiores do que no grupo de controle. Os pesquisadores também encontraram maiores concentrações de insulina nos músculos do grupo experimental. (Kleiner, 1998)

Segundo Kleiner (1998), a insulina aumenta a captação de glicose, que é armazenada como glicogênio no fígado e músculos para ser usado como fonte de energia. Quanto mais glicogênio estocado, mais energia para os exercícios, incluindo os aeróbicos. Portanto a combinação entre a creatina e a suplementação com carboidratos acaba sendo uma ótima fonte de energia para todos os tipos de exercícios físicos. (Kleiner, 1998)

A maioria dos estudos envolvendo a suplementação de creatina e seus efeitos ergogênicos, utiliza a dosagem de 20-30 gramas por dia, consumidas em 4-5 doses ao longo do dia, por um período de 5-7 dias. (Williams, 1997)

A suplementação de creatina é usada na tentativa de aumentar a força e a velocidade em eventos esportivos que utilizam energia do sistema ATP-CP. (Williams,1997)

Uma dieta normal, sintetiza diariamente 2 gramas de creatina, o que possibilita um nível intramuscular normal de creatina fosfato (CP). Através da suplementação de creatina, é possível aumentar a quantidade de creatina do corpo inteiro, facilitando a geração de ATP. Reservas musculares de creatina fosfato podem decompor e ressintetizar energia para uma rápida ressíntese de ATP. (Williams,1997)

A fadiga muscular pode ser atribuída a rápida queda do nível de creatina fosfato, portanto maior recuperação de creatina fosfato aumenta a formação de ATP e promove melhora da performance em esportes que requerem força e velocidade. (Williams,1997)

Segundo Williams (1997), estudos mostraram que a suplementação oral de creatina de 20-30 grams por dia por 5-7 dias, promove um aumento significativo nas concentrações intramusculares de creatina livre e fosforilada, durante o repouso e recuperação depois de exercícios de alta intensidade.

O consumo de creatina com glicose pode aumentar a captação de creatina no corpo. (Williams, 1997)

Existem controversas em alguns estudos publicados sobre o efeito ergogênico da suplementação de creatina em atletas praticantes de modalidades que requerem energia do sistema ATP-CP pelo fato de alguns estudos mostrarem uma melhora da performance nos últimos estágios de esforços repetitivos e de curta duração (4-10 segundos) de alta intensidade no teste de sprint em bicicleta ergométrica enquanto outros, revelaram melhoras significativas na força muscular durante repetições isotônicas, isométricas e isocinéticas em teste de resistência. (Williams, 1997)

Segundo Williams (1997), a suplementação de creatina funciona como substância tampão no músculo e pode diminuir o acúmulo de lactato durante a performance em eventos esportivos que utilizam o sistema ATP-CP.

Em esportes que utilizam o sistema aeróbio como fonte de energia, a creatina pode diminuir a performance, pois a creatina fosfato não é uma fonte importante de energia para exercícios de longa duração e sendo um dos efeitos da suplementação o aumento de massa muscular, ela pode causar queda no desempenho, como mostraram testes de corrida (6 quilômetros) em terreno ondulado. (Williams, 1997)

Segundo Williams (1997), uma semana de suplementação de creatina pode aumentar a massa muscular até de 0.9 à 2.2 kilogramas. Ainda não está evidente que o aumento de massa muscular em tecido muscular ausente de gordura , mais devido ao rápido ganho de peso , o mais provável é que seja confundido com o peso da água. Alguns estudos mostraram uma diminuição na produção de urina associada a suplementação de creatina , o que demonstra indiretamente a retenção de água pelo organismo.

Não existem registros de problemas relacionados à suplementação de creatina e fatores associados a sua utilização a longo prazo não foram determinados. (Williams, 1997)

A suplementação de creatina funciona como auxílio ergogênico em esforços repetitivos de curta duração dependentes da energia gerada pelo sistema ATP-CP. A creatina deve ser utilizada para a melhora da recuperação do treinamento, o que permitirá um aumento na intensidade do mesmo. (Williams, 1997)

Segundo Williams (1997), a suplementação de creatina de aproximadamente 20 gramas por dia, distribuídas em 4-5 doses diárias, deve aumentar os níveis de creatina intramuscular em 5-7 dias. Para aumentar o acúmulo de creatina no músculo, ela deve ser consumida associada à 90 gramas de carboidratos para cada dose de 4-5 gramas. Em seguida, 3 gramas diárias durante um mês são suficientes para manter altos os níveis de creatina intramuscular.

Kamber *et al.* (1999) concluiu que a suplementação com CrH₂O é capaz de aumentar o rendimento físico em torno de 7% em exercícios repetitivos de alta intensidade, podendo ser vantajosa para esportes de velocidade. Desde o início de seus estudos, à cem anos atrás, não foram encontradas quaisquer evidências de que a suplementação com altas dosagens de CrH₂O estariam associadas a algum risco para a saúde.

A creatina é um componente normal na dieta, e seu uso não é impedido por qualquer lei desportiva, não sendo portanto considerada irregular pelo Comitê Olímpico Internacional.

2. CAPÍTULO 2 - TREINAMENTO DE FORÇA

O treinamento físico, envolvendo exercício de curta duração e realizado em alta intensidade, do ponto de vista metabólico, se caracteriza como anaeróbio com baixa formação de lactato.

No treinamento de força o tempo de duração do estímulo é de menos de 20 segundos, o que pode descrevê-lo como uma capacidade física de resistência geral anaeróbia dinâmica de curta duração, onde o principal substrato utilizado é creatina fosfato.

A forma mais comum de treinamento de força é o levantamento de peso, com a utilização de pesos livres ou de aparelhos. (Powers;Howley, 2000)

Para aumentar a força, o treinamento com peso deve utilizar o princípio da sobrecarga por meio do aumento periódico da quantidade de peso (resistência) utilizada em determinado exercício. (Powers;Howley, 2000)

Segundo Powers;Howley (2000), as pessoas apresentam respostas variadas às cargas de treinamento que podem ser decorrentes do nível de condicionamento e da capacidade de treino.

O treino de força depende principalmente do sistema ATP-CP para o fornecimento de energia.

Segundo Powers;Howley (2000), um treino para melhorar o sistema ATP-CP, contribuindo para uma melhora no treino de força, consiste em um tipo especial de treinamento intervalado, para pressionar ao máximo a via metabólica do ATP-CP, que consiste em intervalos de exercícios de curta duração e alta intensidade (5 à 10 segundos de duração).

2.1 Fatores que influenciam no desenvolvimento de força muscular

Segundo Zatsiorsky (1995), a resultante da força máxima voluntária dinâmica alcançada, definida por força muscular máxima maximorum, aumenta por meio de modificações no sistema nervoso, este, controla a contração muscular em consequência de mudanças verificadas no próprio músculo, pelas contrações máximas e com alto requerimento da produção de energia.

A força produzida pela fibra muscular é limitada pelo número de filamentos de actina e miosina, desse modo, o treinamento de força muscular pode aumentar o número de fibras musculares e também a frequência de ativação da unidade motora. Essas modificações neurais ocorrem no início do programa de treinamento e são basicamente responsáveis pelos ganhos iniciais de força muscular.

Segundo Pereira & Souza Jr.(2002), o aumento do consumo de proteínas na dieta de atletas tem sugerido ocorrência de otimização do processo anabólico e melhora nas respostas fisiológicas ao treinamento.

A hipótese de que os aminoácidos podem exercer efeitos ergogênicos em atletas de força tem sido baseada em evidências de que a arginina, histidina, lisina, metionina, ornitina e fenilalanina podem estimular a liberação de GH, insulina e/ou glicocorticóides. (Pereira & Souza Jr., 2002)

Assim sendo, os ganhos de força e massa muscular através do treinamento de força, poderão ser prejudicados caso não haja um balanço nitrogenado positivo , ou seja, quando o consumo de proteínas e aminoácidos for inferior ao recomendado, cerca de 1,5 a 2g/kg/peso corporal/dia. (Pereira & Souza Jr., 2002)

2.2 Divisões da Força

Segundo Powers;Howley (2000), força muscular é a força máxima que pode ser gerada por um músculo ou por um grupo muscular.

O objetivo do treino de força é aumentar a quantidade máxima de força que pode ser gerada por determinado grupo muscular.(Powers;Howley, 2000)

Os exercícios do treinamento de força podem ser classificados em três categorias: isométricos ou estáticos, dinâmicos ou isotônicos e isocinéticos. (Powers;Howley, 2000)

Segundo Powers;Howley (2000), o exercício isométrico consiste na aplicação da força sem movimento articular. O exercício isotônico, na aplicação da força com movimento articular, que também inclui os exercícios de resistência variável, realizados em aparelhos.E o exercício isocinético na aplicação da força a uma velocidade constante.

2.3 Efeitos Fisiológicos do Treino de Força

Nos estudos sobre treinamento de curta duração (8-20 semanas), as adaptações neurais relacionadas ao aprendizado, à coordenação e à capacidade de recrutamento das fibras (fatores neurais), têm um papel importante no ganho de força. Nos programas de treinamento prolongados, o aumento do tamanho das fibras (fator muscular), tem um papel significativo no desenvolvimento da força. (Powers;Howley, 2000)

As adaptações neurais relacionadas ao treinamento de força incluem melhor sincronia do disparo das unidades motoras e maior habilidade de recrutamento de unidades motoras para permitir que um indivíduo se ajuste à força desencadeada pela estimulação elétrica. (Powers;Howley, 2000)

Apesar das fibras musculares tipo II (fibras rápidas) desenvolverem uma tensão específica maior que as do tipo I (fibras lentas), o aumento de qualquer uma delas resulta em ganho de força. O treinamento de força produz aumento das fibras tipo I e das tipo II, esta última se alterando mais do que a primeira. (Powers;Howley, 2000)

Uma das alterações evidentes no treino de força é o aumento da massa muscular. Muitos cientistas acreditam que esse aumento do tamanho do músculo se deva à hipertrofia (aumento do diâmetro da fibra muscular decorrente do aumento de miofibrilas). No entanto, Gonyea e associados argumentam que os músculos também aumentam de tamanho em resposta ao treino de força por meio da hiperplasia (aumento do número de fibras musculares). (Powers;Howley, 2000)

O treinamento de força pode acarretar conversões das fibras de contração rápida nos seres humanos. (Powers;Howley, 2000)

Segundo Powers;Howley (2000), o treinamento de força também pode induzir alterações no sistema nervoso central, tais como: aumento no número de unidades motoras recrutadas, alteração na frequência de disparo dos motoneurônios, melhora na sincronia da unidade motora em determinado padrão de movimento e remoção da inibição neural.

Hipertrofia Muscular

A hipertrofia muscular ocorre aparentemente devido ao aumento no número de miofibrilas. A hipertrofia do tecido muscular, induzida pelo exercício físico, ocorre por mecanismos similares aos do crescimento natural. (Guedes & Guedes, 1997)

Os aumentos da massa muscular disponibilizam mais tecido muscular para a realização de trabalho e conseqüentemente, aumentam a produção de força máxima e a capacidade total dos sistemas produtores de energia anaeróbia (Maughan *et al.*, 2000).

Segundo Kramer *et al.* (1998), nem todas as fibras musculares sofrem a mesma quantidade de crescimento, e este depende do tipo de fibra, do padrão de recrutamento, do volume e da intensidade do treinamento.

O treinamento convencional com pesos aumenta a secção transversa das fibras do tipo I e II. Os treinos de baixa intensidade estimulam exclusivamente as fibras do tipo I, as de intensidade intermediária começam gradualmente a recrutar as fibras do tipo II, sendo as fibras do tipo II as mais rápidas e mais fortes do organismo.

Com cargas acima dos 80% da força máxima, são mobilizadas todos os tipos de fibras musculares (Weineck, 1999).

Cargas maiores utilizadas no treino diário podem resultar em uma maior hipertrofia muscular nas fibras do tipo II (Kramer *et al.*, 1998).

O treinamento utilizado por fisiculturistas, envolve múltiplas séries, com cargas variadas e descansos inferiores a 1 minuto (Antonio, 2000). Produzindo concentrações de lactato superiores ao treinamento de levantadores de peso, que utilizam cargas mais pesadas, com baixo volume e períodos de recuperação de até 5 minutos. Portanto, no treinamento de hipertrofia muscular, ocorre aumento de fibras do tipo I e II, porém o aumento do tipo II é proporcionalmente maior (Antonio, 2000), pois as fibras do tipo II precisam ser extremamente fadigadas, com pouco tempo de recuperação, induzindo acidose para a obtenção da hipertrofia muscular (Maughan, 2000; Weineck, 1999).

Considerações Finais

Com este trabalho pode-se identificar que a ingestão de creatina de 20 a 30 gramas por dia, por um período de até duas semanas, aumenta a concentração intramuscular livre e de fosfocreatina em até 30%.

Partindo desse princípio e levando em consideração a função da fosfocreatina em fornecer energia rápida, conclui-se que a suplementação de creatina funciona como um auxílio importante em esforços de curta duração e alta intensidade, como é o caso do trabalho de força.

Seu potencial ergogênico se relaciona indiretamente com o ganho de massa muscular, pois o indivíduo é capaz de trabalhar com mais intensidade, resultando em melhores resultados no ganho de massa.

Apesar de resultados positivos encontrados em inúmeros estudos sobre sua suplementação, a creatina ainda é uma substância que precisa de pesquisas futuras. Visto que a maioria dos estudos disponíveis apresentam somente homens como voluntários, observa-se que faltam pesquisas envolvendo a suplementação de creatina em mulheres, comparação de seus efeitos em atletas e não atletas, enfim, dados que somados poderiam confirmar seu potencial como auxílio ergogênico.

Apesar da creatina ser considerada uma substância legal, inclusive sendo permitida em competições internacionais, seus efeitos a longo prazo ainda não foram determinados.

Por isso tudo, a suplementação de creatina precisa ser melhor investigada, para que dessa maneira, os conhecimentos sobre ela sejam aprimorados possibilitando uma contribuição ainda maior de seu uso na prática esportiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONIO, J. Nouniform response of skeletal muscle to heavy resistance training: can bodybuilders iduce regional regional muscle hypertrophy? **J. Strenght Condit. Res.**; v.14, n.1, p.102-113, 2000.

BALSOM, P.D. et. al. Creatine supplementation and dinamic high-intensity intermittent exercise. **Scand. J. Med. Sci. Sports.**; v.3, p.143-149, 1993

CLARK, J. F. Creatine and phosphocreatine: A review of their use in exercise and sport. **J. Athl. Train.**; v.32, p.42-45, 1997.

DAWSON, B. et al. Effects of oral creatine loading on single and repeated maximal short sprints. **Aus. J. Sci. Med. Sport.**; v.27, n.3, p. 56-61, 1995

DEVLIN, T. M. **Textbook of biochemistry: with clinical corrrrelations**. New York: Wiley- Liss, 1992.

GREEN, A.L. et al. The influence of oral creatine supplementation on metabolism during sub-maximal incremental treadmill exercise. **Proc. Nutr. Soc.**; v.53, p.84a, 1993.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J.E.R.P. **Crescimento, composição corporal e desempenho motor de crianças e adolescentes** . São Paulo, 1997.

HULTMAN, E.; BERGSTROM, T.; ANDERSON, N. M.. Breakdown and resyntesis of phosphorylcreatine and adenosine triphosphate in connection with muscular work in man. **Scand. J. Clin. Lab. Invest.**; v.19, p.56-66, 1967.

KAMBER, M. et al. Creatine supplementation- Part I: performance, clinical chemistry, and muscle volume. **Med. Sci. Sports Exerc.**; v.31, n.12, p. 1763-1769, 1999.

KLEINER, S. M. **Build Muscle Gain Energy Lose Fat**, 1998

KRAEMER, W.J.; DESCHENES, M.R.; FLECK, S.J. Physiological adaptations to resistance exercise: implications for athletic conditioning. **Sports Med.**; v.6, p.246-256, 1998

MAUGHAN, R.J. **Bioquímica do exercício e do treinamento**, São Paulo, 2000.

MC ARDLE, W. KATCH, F. KATCH, V. **Nutrição para o Desporto e o Exercício**, 1999

PEREIRA, B.; SOUZA JR., T. P. **Dimensões Biológicas do Treinamento Físico**. São Paulo, 2002.

POWERS, S.K. HOWLEY, E.T. **Fisiologia do Exercício-Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho**, 2000.

SODERLUND, K.; GREENHAFF, P.; HULTMAN, E. Energy metabolism in type I and type II human muscle fibres during short term electrical stimulation at different frequencies. **Acta Physiol. Scand.**; v.144, p.15-22, 1992.

STOUD, M.A. et al. Effects of oral creatine supplementation on respiratory gas exchange and blood lactate accumulation during steady-state incremental exercise and recovery in man. **Clin. Sci.**; v.87, p.707-710, 1994.

WEINECK, J. **Treinamento Ideal**. 9a ed. São Paulo, Manole, 1999

WILLIAMS, M.H.; BRANCH, J.D. **Creatina**. São Paulo, 2000.

WILLIAMS, M.H. **The Ergogenic Edge Pushing the Limits of Sports Performance**,
1997

ZATSIORSKY, V.M. **Science and practice of strength training**. Champaign Human
Kinetics, 1995.