

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**DIOGO DE MATOS PEREIRA RIBEIRO**

**REFERÊNCIA À SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA  
Revisão Bibliográfica**

Campinas  
2009

**DIOGO DE MATOS PEREIRA RIBEIRO**

**REFERÊNCIA SUPLEMENTAR DE CREATINA.  
Revisão Bibliográfica**

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) apresentado à Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

**Orientador: Pablo Christiano B. Lollo.**

Campinas  
2009

**DIOGO DE MATOS PEREIRA RIBEIRO**

**REFERÊNCIA A SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA**  
**Revisão Bibliográfica**

Este exemplar corresponde à redação final de Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) defendido por Diogo de Matos Pereira Ribeiro e aprovado pela Comissão julgadora em: 09/12/2009.

Pablo Christiano B. Lollo  
Orientador

Paulo Ferreira Araújo

Anselmo de Athayde Costa e Silva

Campinas  
2009

# AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e irmão pelo apoio durante esses anos de faculdade, que não foram poucos, pela força e incentivo que me fizeram prosseguir até o fim.

Ao meu orientador que me deu suporte muito mais do que esperava e esteve sempre disponível para solucionar minhas dúvidas e me dar novas idéias. Muito obrigado!

À minha esposa, por suportar meu mau humor, por estar comigo nas horas de incerteza e desânimos, por me ajudar a ter força para continuar e acima de tudo por me dar uma filhinha linda que me inspirou a continuar a lutar por algo melhor.

RIBEIRO, Diogo de M. P. **Referência à Suplementação de Creatina: Revisão Bibliográfica.** 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)- Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

## RESUMO

O uso de recursos ergogênicos, substâncias ou tratamentos teoricamente elaborados para aumentar o desempenho, além dos efeitos do treinamento, têm se difundido amplamente nos últimos anos entre atletas, tanto profissionais, amadores ou praticantes das mais diversas atividades físicas. Várias drogas ou hormônios têm sido usados para melhorar o desempenho físico, tais como anfetaminas, anabolizantes e GH (Hormônio do Crescimento), porém são proibidas pelo COI (Comitê Olímpico Internacional), por serem consideradas como *doping*. Desta forma os atletas vêm buscando cada vez mais por alternativas eficazes e legais para o auxílio na melhora do desempenho físico. Nesse contexto, como todos os nutrientes atualmente são considerados legais, a suplementação dietética vem se tornando popular. Dentre os principais nutrientes com propriedades ergonômicas, encontra-se a creatina. Em geral, para grande parte desses suplementos, os efeitos não foram avaliados em pesquisas elaboradas. Uma das principais exceções é a creatina, tema de vários estudos durante os anos 90. A creatina é um nutriente encontrado em vários alimentos, e mesmo tendo sido descoberta há mais de cento e cinquenta anos, só recentemente seu estudo como possível recurso ergogênico se intensificou. Nesse trabalho discutirei os efeitos da suplementação de creatina através de uma revisão bibliográfica, onde será explicada a sua função no organismo, formas de obtenção através de alimentos, protocolos de suplementação, debate entre os prós e contras, com conceitos e informações atuais, tais como a posição do COI e da ANVISA, em relação à comercialização e consumo de creatina.

**Palavras-Chaves:** Creatina; Creatina – efeitos - colaterais; Suplementação – creatina.

RIBEIRO, Diogo de M. P. **Referência à Suplementação de Creatina: Revisão Bibliográfica.** 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)- Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

## ABSTRACT

The use of ergogenic resources, substances or treatments theoretically designed to performance beyond the effects of training have been spread widely in recent years among athletes, both professional and amateurs practitioners from various physical activities. Several drugs and hormones have been used to improve physical performance, such as amphetamines, steroids and GH (Growth Hormone), but are prohibited by the IOC (International Olympic Committee) for been considered as doping. So the athletes are looking for effective alternatives and legal for improving physical performance. In this context, as all nutrients are now considered legal, dietary supplementation has become popular. Among the major nutrients with ergogenic properties, is creatine. In general, for the most of these supplements, the effects were not properly evaluated in elaborated researches. One of the main exceptions is creatine, the subject of several studies during the 90s. Creatine is a nutrient found in various foods, and even been discovered over a hundred and fifty years ago, only recently its study as possible ergogenic resource has intensified. In this study I will discuss the effects of creatine supplementation through a literature review, where your functions on organism and ways of obtaining through food are going to be explained and also supplementation protocols, debate between the pros and cons, with concepts and actual information, such as the position of the IOC and Brazilian FDA, about the marketing and consumption of creatine.

**Keywords:** Creatine; Creatine – side effects; Creatine – supplementation.

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Artigos Publicados com “creatine no título (base de dados Pubmed).....	11
GRÁFICO 2 – Artigos Publicados com “creatine” no título.....	12
GRÁFICO 3 – Artigos Publicados com “creatine side effects” no título.....	12

# SUMARIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>09</b>
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>10</b>
2.1 Fontes de dados.....	10
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
3.1 Revisão sistematizada.....	11
3.2 Creatina.....	13
3.3 Fontes de creatina na dieta.....	15
3.4 Biossíntese ou síntese endógena.....	16
3.5 Sistema ATP-CP.....	17
3.6 Adenosina difosfato e tampão do íon hidrogênio.....	19
3.7 Absorção intestinal de creatina.....	20
3.8 Captação tecidual de creatina.....	20
3.9 Outras funções da creatina.....	22
3.10 Catabolismo e excreção.....	22
3.11 Benefícios ergogênicos.....	23
3.12 Protocolos de suplementação.....	26
3.13 Suplementação de curto prazo.....	28
3.14 Suplementação de longo prazo.....	29
3.15 Interrupção da suplementação.....	32
3.16 Efeitos colaterais da suplementação de creatina.....	32
3.17 Posição da ANVISA e do COI em relação ao consumo e comercialização da creatina.....	34
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>37</b>

# 1 - INTRODUÇÃO

Atualmente os atletas de elite, bem como os praticantes de atividades físicas, especialmente os praticantes de musculação vêm utilizando cada vez mais os suplementos nutricionais como forma de auxílio ergogênico, associados ao treinamento. Assim encontram-se no mercado vários suplementos nutricionais. Esses produtos, que vão desde barras energéticas ao zinco, são elaborados para proporcionar uma forma conveniente dos atletas obterem as calorias e nutrientes necessários antes, durante e após os exercícios, para promover a ressíntese energética e o anabolismo pós-exercício, ou mesmo para aumentar a tolerância ao treinamento ou recuperação subsequente do mesmo. Com o avanço tecnológico muitas das estratégias de treinamentos aplicadas aos atletas de elite têm se tornado disponíveis para os praticantes de atividade física.

O mais popular dos suplementos nutricionais considerado como recurso ergogênico nutricional é a creatina, um dipeptídeo encontrado naturalmente em diversos alimentos, principalmente nos de origem animal. A creatina vem sendo utilizada principalmente por praticantes de atividades que desejam melhorar predominantemente força máxima, força de explosão e velocidade, como por exemplo, lutadores, nadadores e por freqüentadores de academia.

O objetivo deste estudo é analisar o efeito da suplementação de creatina, bem como dar embasamento para consulta do crescente número de usuários, através de uma revisão da literatura recente, com a intenção de abranger os mais diversos temas referentes à suplementação de creatina, além de esclarecer sua atual proibição de comercialização no Brasil pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária).

## **2 - METODOLOGIA**

O presente trabalho baseou-se no referencial da pesquisa bibliográfica, que consiste no exame da literatura científica para levantamento e análise do que já se produziu sobre determinado tema. Envolveu as atividades básicas de análise e interpretação. O período de consulta da literatura foi desde a década de 50, porém para confecção do conteúdo foram considerados apenas trabalhos mais recentes, a partir da década de 90. Os resultados obtidos antes desse prazo foram utilizados apenas para fins quantitativos.

Primeiramente foi feita uma revisão bibliográfica baseada em livros que abordaram aspectos históricos, definições, curiosidades e aspectos bioquímicos e fisiológicos referentes a creatina. Em seguida foi pesquisado em diversos bancos de dados e sites de órgãos governamentais, principalmente, assuntos mais recentes sobre a suplementação de creatina, como efeitos colaterais e estudos de campo com aplicação de testes, visto que a bibliografia até então produzida não abrange satisfatoriamente estes temas.

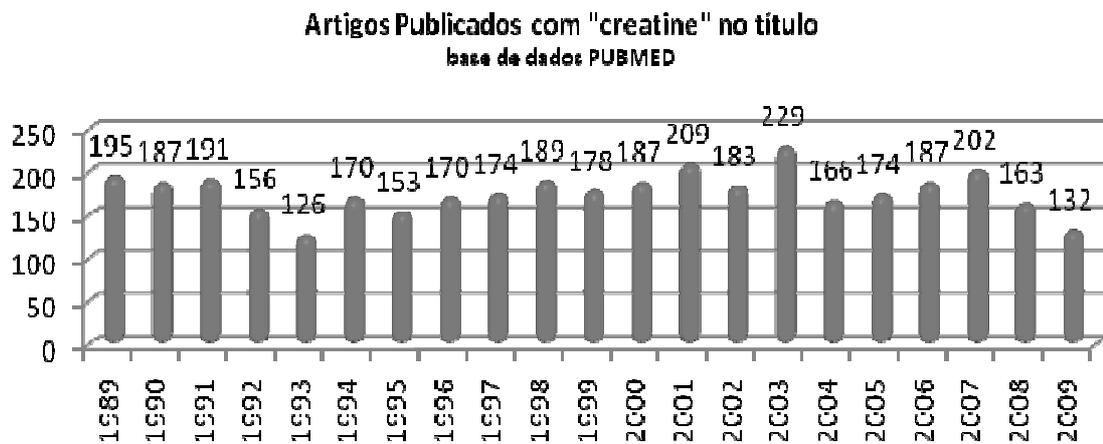
### **2.1- Fontes de dados**

Foram pesquisados diversas bases de dados, como, Pubmed, scirus, bireme e scielo. Sites como, ANVISA ( Agência Nacional de Vigilância Sanitária), COI (Comitê Olímpico Internacional), COB (Comitê Olímpico Brasileiro), AMA ( Agência Mundial Antidoping).

## 3 – RESULTADOS

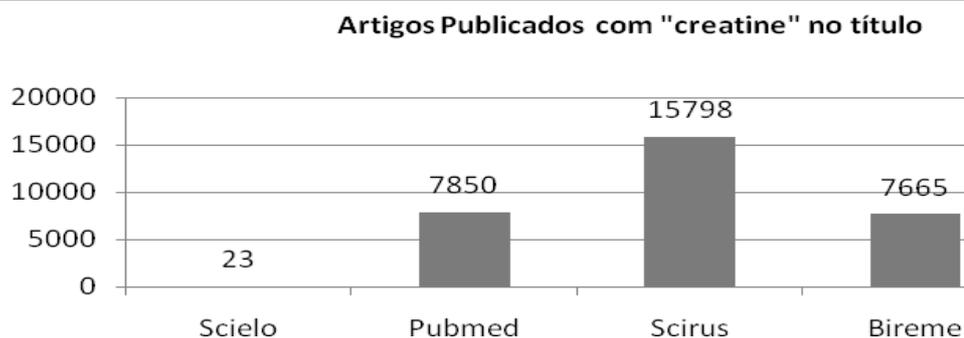
### 3.1 – Revisão sistematizada

GRÁFICO 1



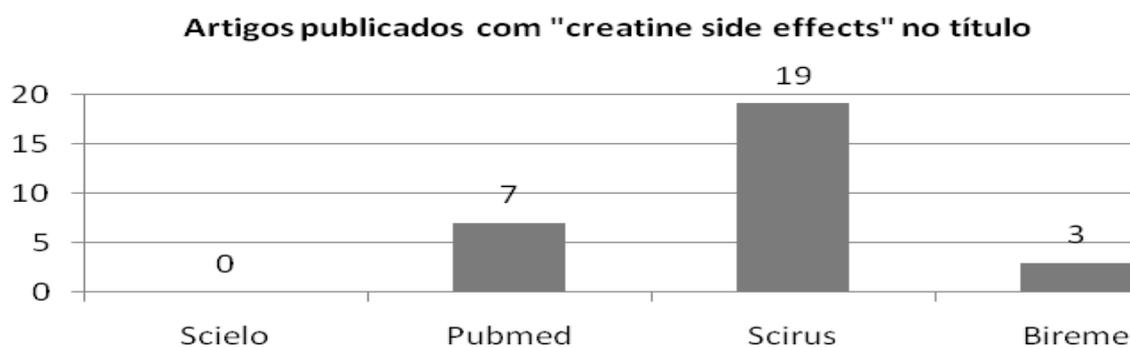
O gráfico acima visa mostrar a quantidade de artigos, relacionados à creatina, publicados nos últimos anos. O banco de dados utilizado é o PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>). Analisando o gráfico podemos observar que o interesse pelo assunto “creatina” vem se mantendo praticamente estável ao longo dos anos, com algumas variações em torno da média (179,45 artigos/ano – excluindo 2009). Lembrando que os resultados do ano de 2009 estão incompletos, visto que o ano ainda não chegou ao fim.

**GRÁFICO 2**



Os dados acima se referem à quantidade de artigos publicados até a presente data com a palavra “creatine” no título. A Scientific Electronic Library Online (SCIELO) é uma base de dados que indexa periódicos e promove a comunicação científica nos países em desenvolvimento, particularmente na América Latina. Podemos observar que a produção de periódicos latinos (indexados no SCIELO) é inexpressiva no assunto “creatina”, comparado a indexadores mundiais.

**GRÁFICO 3**



O Gráfico 3 mostra a quantidade de artigos publicados até a presente data, com as palavras-chave “ creatine side effects” no título, visando evidenciar a

diferença de resultados encontrados nas diferentes bases de dados disponíveis para consulta.

De acordo com os dados da tabela podemos notar que a quantidade de artigos sobre os efeitos colaterais da suplementação com creatina é muito baixa. Fato que pode nos levar a algumas interpretações:

- a) Existe uma falta de interesse sobre os efeitos colaterais da suplementação com creatina, e (ou);
- b) O baixo resultado pode ser devido ao fato de os diversos estudos publicados sobre creatina não terem levantado suspeitas sobre possibilidades de tais efeitos.

### 3.2- Creatina

Nome: International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC):

*ácido 2-(carbamimidoil-metil-amino) acético*

Outros Nomes: *Ácido (α-metilguanido)ácetico*

*Creatina*

*Kreatina*

*ácido metilguanidinoacético*

*N-amidinosarcosina*

Fórmula Molecular:  $C_4H_9N_3O_2$

Massa Molar:  $131.13 \text{ g/mol}$

Ponto de Fusão:  $303 \text{ }^\circ\text{C}$

A creatina [ $NH_2-C(NH)-NCH_2(COOH)-CH_3$ ] é um composto de aminoácidos presentes nas fibras musculares e no cérebro. A palavra deriva do grego *Kreas*, que significa carne (WIKIPÉDIA, 2009)

A creatina é um composto que ocorre de forma natural no corpo humano e é armazenado no cérebro, músculos e esperma. Também é possível ingerir através de suplementos. O seu uso está relacionado com desportos de força e reação rápida. Existe um comum senso que o uso de creatina está associado a um aumento de desempenho na ordem dos 5-15%, promove uma melhor recuperação entre

sessões de treino consecutivas e provoca ganhos de massa muscular e força (WILLIAMS, 2000).

A creatina foi descoberta em 1832 pelo cientista francês Michel Eugene Chevreul, que extraiu da carne um novo componente orgânico e assim o nomeou. Em 1847, Justus Von Liebig constatou que a creatina era um constituinte regular da carne animal e relatou que os animais selvagens possuíam maior conteúdo da substância quando comparados com animais de cativeiro e menos ativos fisicamente. Ainda no século XIX, na metade da década de 1880, foi descoberta creatinina na urina, e posteriormente os autores especularam que a creatinina era derivada da creatina e estaria relacionada com a massa muscular total. Pelo fato da extração da creatina ser obtida a partir da carne fresca, ela era um processo muito caro, o que limitou as pesquisas nessa época, porém no início do século XX, a suplementação de creatina demonstrou aumentar o conteúdo da creatina muscular em animais (WILLIAMS, 2000).

Segundo Peralta (2002), a creatina se popularizou no meio esportivo nos jogos de Barcelona (em 1992), quando o corredor britânico Linford Christie creditou sua medalha de ouro nos 100 metros rasos ao consumo de creatina. Estimativas apontam que cerca de 80% dos atletas dos jogos Olímpicos de Atlanta em 1996, utilizaram creatina (WILLIAMS, 2000).

Johnson *apud* Williams (2000), pesquisando em leitores de uma revista direcionada a fisiculturismo levantou os seguintes dados demográficos sobre usuários de creatina:

93,3% dos consultados se exercitam de 3 a 6 vezes por semana.

92,8% levantam peso regularmente.

96,7% eram homens.

61,7% tinham entre 21 e 35 anos e a idade média era 32 anos

79,8% freqüentavam ou tinham terminado a faculdade.

13,7% listaram sua profissão como “profissionais”.

40,1% Tinham salário anual superior a U\$ 50000.

40,7% gastavam entre 51 e 100 dólares por mês com suplementos nutricionais.

48,9% gastavam de 101 a mais de 200 dólares por mês com suplementos nutricionais.

Aproximadamente 200 milhões anuais eram movimentados com a indústria de suplementos de creatina até meados da década de 90 (SCHNIRRING, 1998).

A fosfocreatina (PC), forma fosforilada da creatina, foi descoberta em 1927, com observações quanto ao gasto energético do exercício. A creatina quinase, enzima catalisadora da reação de fosforilação da creatina, foi descoberta em 1934. Já em 1968, com a descoberta da técnica da biópsia por agulha para extrair amostras do tecido de músculo humano, cientistas suecos investigaram o papel da PC durante o exercício e sua recuperação. Mais recentemente, com técnicas de ressonância magnética, que não são invasivas, tem se estudado a dinâmica da PC durante o exercício.

Schneider (1998) relatou que soldados da marinha dos Estados Unidos usam suplementos nutricionais principalmente para aumentar a massa muscular, força e potência, e que a creatina é um dos cinco suplementos mais utilizados por esses indivíduos.

### **3.3 – Fontes de creatina na dieta**

De acordo com Walker (1979), a creatina é encontrada naturalmente nos alimentos, como, carne vermelha, aves e peixes, que contém aproximadamente de 4 a 5g de creatina por quilo de carne, mas não é encontrada em plantas e microorganismos. Entretanto, Balsom *et al.*(1994) afirmaram que quantidades residuais podem ser encontradas em algumas plantas, porém a concentração é muito maior na carne. Para vegetarianos radicais, aqueles que não consomem nenhum tipo de produto de origem animal, a ingestão diária de creatina é praticamente zero e a síntese endógena é a única fonte desse nutriente (GREENHAFF, 1997a). Os indivíduos que ingerem uma dieta onívora normal, cuja ingestão protéica fica entre 1 e 2 g/kg do peso corporal por dia, obtêm entre 0,25 e 1 g/dia a partir de sua dieta. Ainda que seja possível aumentar a ingestão diária de creatina pelo consumo de alimentos ricos nesse nutriente, seria muito difícil obter mais que 3 a 4g/dia por meio de fontes alimentares, a não ser que o indivíduo ingerisse grandes quantidades de proteína, como meio quilo ou mais de peixe ou carne vermelha.

### 3.4 – Biossíntese ou síntese endógena

A produção de creatina no corpo humano é em média de 2g/dia e é limitado por dois fatores, o montante disponível de creatina e a dieta atual. A capacidade máxima de reserva de creatina no corpo humano é de 0.3g / kg (quilo de massa corporal), porém indivíduos com maior massa corporal magra têm reservas maiores, devido à maior presença de fibras do tipo II, que são fibras de contração rápida, que são responsáveis pelos primeiros cinco segundos de movimento.

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

**PC + ADP creatina quinase = C + ATP.**

A síntese de creatina é feita através de três aminoácidos: glicina, arginina e metionina (BEARD, 1943; HUNTER, 1922; INGWALL *et al.*, 1974; WALKER, 1960). O processo começa com a transferência do grupo amina da arginina para a glicina, por um processo chamado transaminação, formando guanidilacetato e ornitina, uma reação reversível catalisada pela enzima arginina-glicina-transaminase. A creatina é formada pela adição do grupo metil da (S)-adenosilmetionina, que requer a enzima guanidino-acetato-metiltransferase para a reação irreversível conhecida com transmetilação (DELVIN, 1992; WALKER, 1960). As enzimas envolvidas na síntese de creatina estão localizadas no fígado, rins e pâncreas. Walker (1961-1979) indicou que a biossíntese de creatina é regulada para não interferir nas outras necessidades metabólicas envolvendo seus aminoácidos constituintes.

A arginina participa do ciclo da uréia; a glicina é o precursor da via dos nucleotídeos de purinas, as quais se encontram na adenosina trifosfato (ATP), ácido desoxirribonucléico (DNA) e ácido ribonucléico (RNA). A metionina contribui com seu grupo metil para as numerosas reações de metilações, incluindo a síntese de colina, DNA e RNA. A biossíntese de creatina é normalmente controlada mais pela reação da amidinotransferase do que pela metiltransferase. Após a absorção intestinal da creatina, a creatina plasmática é transportada para vários tecidos corporais, incluindo o coração, musculatura lisa, cérebro e testículos. (DEMANT; RHODES,

1999; WILLIAMS; KREIDER; BRANCH, 2000). Contudo, a maioria dos estoques corporais de creatina (mais de 94%) encontra-se nos músculos esqueléticos e nos tecidos neurais (GUIMBAL;KILIMANN, 1993).

No sangue a creatina é transportada para os músculos através de transporte ativo sódio-dependente. A atividade desses transportadores pode ser altamente influenciada pela ingestão de alimentos com alto índice glicêmico, provocando um pico insulínico que irá ajudar ainda mais o processo. A insulina estimula o efluxo de sódio na célula de transporte de creatina. A ingestão de creatina e sódio concomitantemente pode aumentar o transporte de creatina em 50%.

A regeneração do ATP é feita pela transferência do grupo fosfato da creatina fosfato para a 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 parece correlacionar-se com o desenvolvimento da força e pode contribuir para evitar a fadiga (HULTMAN, 1967).

### **3.5 – 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 ATP (POWERS; HOWLEY, 2000). 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 resintetizada continuamente no mesmo ritmo com que é utilizada. Essa situação gera um mecanismo sensível para regular o metabolismo energético da célula. Como o ATP é mantido apenas em pequenas quantidades, sua concentração relativa (em relação a 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 abruptamente nos estágios iniciais do exercício.

A quantidade total de ATP no organismo é limitada a aproximadamente 80 à 100gr, representando uma quantidade de energia que é suficiente somente para

realizar um nível de exercício máximo por alguns segundos (MACARDLE, 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 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 forma fosforilada. Somando as quantidades de creatina livre e fosforilada, ambas resultam no conteúdo total de creatina (CT). O homem adulto médio (70kg) armazena cerca de 120gr de CT, 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 CL (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 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:

ATPase



Creatina Quinase



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 “1” 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.

### **3.6 – Adenosina difosfato e tampão do íon hidrogênio**

A PC pode servir de tampão celular ao longo da seguinte reação:

$PC + ADP + H \longrightarrow ATP + Cr$ . Uma das principais funções do sistema dos fosfogênios, neste caso, é tamponar as elevações de ADP ao invés de simplesmente ressintetizar o ATP - um possível meio de evitar a fadiga.

Esse tamponamento não é incoseqüente. Relata-se que elevações consideráveis na concentração de ADP apresentam um efeito inibitório em algumas reações de ATP. A grande maioria das ATPases utiliza o ATP e desta forma, um rápido acúmulo dos subprodutos, ADP e AMP, irão alterar significativamente o equilíbrio da cinética enzimática em torno das ATPases celulares: miosina ATPase e cálcio ATPase do retículo sarcoplasmático ou outras ATPases regulatórias. Assim, possivelmente ocorrerá uma redução no ciclo de acoplamento das pontes cruzadas dos filamentos musculares.

Se a capacidade de lançadeira PC puder ser aumentada, o desempenho do exercício poderá ser melhorado. Nos sarcômeros, em que grandes quantidades de ATP são hidrolisadas, a refosforilação imediata da ADP para ATP pela MM-CQ mantém uma baixa concentração de ADP. Isso evita a inativação das miosinas ATPases e a perda dos nucleotídeos da adenosina.

A PC pode ajudar a tamponar os íons hidrogênio. Com a hidrólise do ATP durante a contração muscular e o concomitante funcionamento das bombas de cálcio e sódio, são liberados prótons. Durante a ressíntese do ATP esses prótons são recapturados, como ilustrados na reação:



Tem se constatado que o aumento dos íons hidrogênio e a diminuição do pH durante o exercício intenso, tem contribuído para instalação da fadiga. Desta maneira, aumentar a capacidade das células tamponarem o íon hidrogênio pode servir para atenuar a diminuição do pH e atrasar a fadiga.

### **3.7 – Absorção intestinal de creatina**

Estudos indicam que a creatina consumida por via oral é absorvida intacta pelo lúmen intestinal e entra na circulação sanguínea. Isso é verdade, apesar da presença de secreções gastrointestinais altamente ácidas durante o processo digestivo (CLARK, 1996; SYLLUM-RAPOPORT *et al.*, 1980). Evidências iniciais reportadas por Chanutin (1926) indicavam que a absorção de creatina pelo trato gastrointestinal parecia ser completa, sem constatação de sua destruição por acidez ou bactérias do intestino. (WILLIAMS, KREIDER, BRANCH, 2000).

### **3.8 – Captação tecidual de creatina**

Após a absorção intestinal da creatina, a creatina plasmática é entregue a vários tecidos corporais, incluindo o coração, a musculatura lisa, o cérebro e os testículos. Entretanto, como observado posteriormente, a grande maioria dos estoques corporais de creatina encontra-se nos músculos esqueléticos. A concentração celular da creatina é determinada pela habilidade da célula em assimilar o nutriente a partir do plasma, uma vez que não há síntese muscular da mesma (Clark, 1998). Greenhaff (1997), numa revisão, afirma que dois mecanismos foram propostos para explicar a concentração bastante elevada de creatina na

musculatura esquelética. O primeiro mecanismo proposto envolve o transporte de creatina para o músculo por um processo de entrada saturável sódio-dependente. O segundo mecanismo posiciona a captura de creatina dentro da célula.

Estudos demonstraram que a entrada de creatina no músculo ocorre ativamente contra um gradiente de concentração, possivelmente envolvendo a interação da creatina com sítios específicos da membrana que reconhecem parte da molécula de creatina (GREENHAFF, 1997b). Radda (1996) indicou que o conteúdo total de creatina das células musculares é controlado pela captação ativa de creatina, na qual a estimulação de receptores beta-2 e a atividade de sódio-potássio adenosina trifosfatase (ATPase) apresentam um papel significativo. A creatina é ativamente levada para os tecidos por um transportador sódio-dependente (isto é, duas moléculas de sódio são transportadas para cada molécula de creatina). Já Clark *et al.* (1996b) indicaram que esse transportador é altamente específico para a creatina.

Vandenbergh (1996) também afirma que o gradiente de concentração do sódio é que dirige a captação de creatina pela célula. Assim, se houver um estímulo na atividade do sódio, potássio ATPase associada com a ingestão de creatina, a absorção celular será maior (VANDENBERGHE, 1996). Há evidências de que a captação de creatina nos tecidos também possa ser medida pela insulina, como sugerido por estudos *in vitro* com músculos isolados de rato (HAUGHLAND e CHANG, 1975). Em humanos, Green *et al.* (1996a) relataram que a ingestão de grandes quantidades de carboidratos (95g) com creatina (5g) facilita a captação de creatina em comparação à ingestão isolada desse nutriente. Aparentemente, a captação aumentada ocorreu em função da liberação de insulina estimulada pela glicose.

O conteúdo da creatina muscular é estável. A creatina extracelular é separada no citoplasma e rapidamente convertida a fosfocreatina pela ação da creatina quinase. Cerca de 60-70% do total de creatina está sob forma de fosfocreatina (PC), que não consegue atravessar as membranas celulares. Desta forma, o estoque se mantém estável devido a essa propriedade da PC. A creatina consegue se ligar a outros componentes intracelulares, outro fator que promove sua retenção no interior da célula.

Outra propriedade da creatina é o fato dela ser osmoticamente ativa, isto é, um aumento na sua concentração intracelular promove um influxo de água para as células.

### **3.9 - Outras funções da creatina**

Uma pequena porcentagem dos estoques corporais de creatina é encontrada no coração e as atividades da CQ têm sido associadas com a estabilidade da membrana plasmática de células do coração. Outra comprovação foi que a disponibilidade reduzida de creatina tem sido associada com insuficiência cardíaca, isquemia, prevalência aumentada de arritmias ventriculares e instabilidade de membranas das células do miocárdio durante isquemia. Assim, a administração intravenosa de PC e oral de creatina tem sido propostas como agentes cárdio-protetores para pessoas com doença isquêmica do miocárdio (WILLIAMS, 2000; POORTMANS; FRANCAUX, 2000).

Uma pequena quantidade de creatina também é encontrada no sistema nervoso central e periférico. Existem evidências que a creatina pode ter papel importante na função cerebral, bem como no controle neuromuscular.

### **3.10- Catabolismo e excreção**

Além das funções relacionadas com a produção de energia, a única transformação da creatina conhecida nos vertebrados é a conversão para creatinina. Mensurações em músculos esqueléticos de ratos indicam a perda média de 1,7 a 2,5 % do total de creatina diariamente.

A similaridade da taxa de perda de creatina celular com a conversão em creatinina indica que a perda de creatina celular ocorre na forma creatinina. A maior parte da creatinina é gerada no músculo esquelético, o maior sítio de armazenamento de creatina e subsequente maior sítio de produção de creatinina, sendo sua conversão aparentemente espontânea, sem dependência enzimática.

Em indivíduos normais, aproximadamente 1,6% do metabolismo diário de creatina é convertido para creatinina no músculo. Uma vez formada, a creatinina entra na circulação sanguínea por meio de difusão simples e é filtrada pelos glomérulos num processo independente de energia, sendo excretada na urina. A excreção renal diária de creatinina aproxima-se de 2g, variando de acordo com a massa muscular total do indivíduo. Tem sido relatado que os níveis de creatinina aumentam levemente em resposta ao exercício intenso. Já em casos de doença renal, a excreção de creatinina pode aumentar em até dez vezes. Entretanto as funções renais não são prejudicadas em pessoas saudáveis (WILLIAMS, 2000; POOTMANS; FRANCAUX, 2000). Devido a essas características da creatina, ela vem sendo utilizada para diagnosticar a função renal. Os hospitais e médicos medem rotineiramente os níveis de creatinina sanguínea para determinar a função renal. Quando os níveis de creatina estão muito altos, percebe-se uma disfunção renal.

### **3.11- Benefícios ergogênicos**

Podemos notar o interesse por parte dos pesquisadores em verificar o potencial ergogênico da creatina, principalmente no início da década de 1990 pesquisadores iniciaram muitas pesquisas com esse objetivo. E com base nestas pesquisas, podemos dizer que teoricamente a suplementação de creatina possa se adicionar aos estoques de creatina total e fosfocreatina nos músculos. Facilitando assim a geração intramuscular de fosfocreatina e a subsequente formação de ATP, em especial nas fibras musculares de contração rápida.

Os benefícios ergogênicos teóricos da suplementação com 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 de menos intensidade e mais prolongadas.

Estudos mostraram que os níveis de creatina e fosfocreatina no músculo esquelético podem ser aumentados, e o desempenho no exercício de alta

intensidade foi realizado depois de um período de suplementação de creatina (BALSON, 1994).

A ingestão oral de creatina combinado com treino que envolva exercícios contra resistência é capaz de elevar a capacidade de levantamento de pesos em homens jovens. Porém, juntamente com as evidências de melhora no desempenho no início da década ainda se observa pesquisadores receosos (DEMPSEY, 2002), não vendo sua segurança comprovada para uma recomendação ampla.

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.*, 2000; HULTMAN *et al.*, 1996).

É importante ressaltar que vários estudos não demonstram um efeito significativo da suplementação de creatina sobre os seus níveis musculares, e que a suplementação de creatina parece depender em parte da resposta individual de cada organismo (Williams, 2000).

Embora não seja uma unanimidade, parece que a creatina se demonstra como efetivo recurso ergogênico (KREIDER, 2003).

Existem alguns motivos pelos quais a suplementação de creatina é considerada um recurso ergogênico de sucesso:

a) Disponibilidade de Fosfocreatina;

Os suprimentos intramusculares dos fosfatos de alta energia, PC e ATP, são muito limitados, sendo que o total somado de ambos sustenta o exercício de alta intensidade por pouco tempo. A suplementação aumenta esses níveis.

b) Ressíntese Aumentada de Fosfocreatina;

A ressíntese aumentada de PC durante o repouso num exercício de alta intensidade parece ser fator determinante na restauração de energia para a produção de novos esforços máximos subseqüentes. A disponibilidade de creatina

livre é fundamental para a ressíntese da PC, aumentando assim, a capacidade muscular contrátil devido a taxa adequada de produção de ATP.

c) Acidez Muscular Reduzida;

Estudos comprovam que a glicólise pode ser modulada pela ação da PC. A fosfofrutoquinase, uma enzima regulatória do processo de glicólise, é parcialmente inibida pela PC junto com a ATP inibitória. Durante uma atividade intensa, a inibição diminui devido à depleção do estoque de PC e aumento da concentração de  $P_i$ , aumentando assim a glicólise. A glicólise anaeróbia produz piruvato que é convertido a lactato, aumentando a concentração de íons hidrogênio, resultando em fadiga muscular.

A fosfocreatina atua como tampão metabólico no músculo. A ressíntese do ATP a partir da PC e do ADP consome um  $H^+$ . Desta forma, a PC atua como um tampão nesse processo. A importância de a PC atuar como uma tamponante é que permite um maior acúmulo de lactato antes de alcançar um pH limitante. Uma maior quantidade de trabalho pode ser realizada com a suplementação de creatina, portanto a menor presença de lactato pós-exercício pode ser um sinal de menor utilização da glicólise anaeróbia.

d) Metabolismo Oxidativo;

A quebra da PC para gerar ATP é um processo anaeróbio, porém vários cientistas especulam que a suplementação de creatina pode influenciar a utilização de substratos do processo aeróbio, melhorando o desempenho em atividades prolongadas submáximas. A PC contribui para a ressíntese de ATP durante atividades mais prolongadas com intensidade constante. A PC pode auxiliar a ressíntese de ATP por mais de 3 minutos, ainda que ocorra uma diminuição de seu papel em função da intensidade e do decorrer do tempo. Isso somado ao potencial da PC atuar como lançadeira de energia entre a mitocôndria e a miofibrila sugere que a suplementação de creatina pode ser ergogênica para atividades aeróbias

prolongadas. Mesmo havendo um componente anaeróbio num exercício de 3 minutos, também há um grande componente aeróbio.

e) Treinamento Aumentado;

A suplementação de creatina pode beneficiar os atletas a longo prazo pela melhora no treinamento com cargas mais elevadas, pela melhora na capacidade de repetir esforços rápidos intervalados, pela redução da fadiga associada ao treinamento e pela possível aceleração no processo de hipertrofia muscular (WILLIAMS,2000).

f) Massa Corporal Aumentada;

A creatina é uma substância osmoticamente ativa, desta maneira uma concentração intracelular aumentada de creatina promove influxo de água para a célula. Um aumento no conteúdo corporal de água aumentaria a massa corporal. Porém, o aumento da água intracelular pode ser visto como um sinal anabólico proliferativo, pois o aumento na hidratação celular induzido pela suplementação de creatina pode aumentar a síntese protéica e diminuir a proteólise (WILLIAMS, 2000).

### **3.12- Protocolos de suplementação**

O consumidor típico de carne ingere cerca de 1g de creatina diariamente. Como a concentração de creatina em alimentos naturais é relativamente baixa (aproximadamente 3-5g de creatina por kg 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 representativas desse nutriente, particularmente as recomendadas durante a fase de sobrecarga ou acumulação de creatina.

O protocolo de pesquisa mais comumente utilizado para promover a sobrecarga de creatina, que é a primeira fase da suplementação, é de 20-30g do nutriente, normalmente o monohidrato de creatina, em quatro doses iguais de 5-7g dissolvidos em 250 ml de líquido, ao longo do dia durante um período de 5 a 7 dias. Alguns cientistas recomendam líquidos mornos ou quentes para maior dissolução do nutriente (HARRIS *et al*1992). 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 0.3g/kg de massa corporal diariamente por um período de 5-6 dias. Devido ao fato de a creatina se acumular principalmente em tecido muscular, alguns cientistas tem baseado a dose de suplementação na massa isenta de gordura, ou massa magra.

Para a seguinte fase, a fase de manutenção, são geralmente recomendadas doses consideravelmente mais baixas. A maioria dos estudos tem usado doses diárias de 2-5g, mas alguns tem usado doses maiores, indo de 10-20g, durante períodos de 4 a 10 semanas. Hultman *et al.* (1996) recomendam doses de manutenção de 0.03 g/kg de massa corporal por dia. Alguns cientistas têm teorizado que o consumo de creatina juntamente com carboidratos simples, como a glicose, poderia ser um complemento eficaz para a suplementação com creatina, devido a estudos *in vitro* com músculos de rato isolado terem demonstrado que a insulina pode estimular o transporte muscular de creatina (HAUGHLAND e CHANG, 1975). Tanto a creatina ingerida sozinha, quanto a ingerida em conjunto com carboidrato aumentaram os estoques musculares de creatina. Porém a ingerida com carboidrato aumentou em 60% a creatina total e 100% a PC em com comparação com a ingerida sozinha. Essa combinação também aumentou a taxa PC/ATP em 24% contra apenas 9% sozinha. A insulina por ser um hormônio com propriedades anabólicas proporcionou uma melhor absorção muscular (JACOBS, 1999).

A suplementação de creatina combinada ao exercício pode aumentar a captação muscular da creatina, a produção de força e promover maior ganho de massa magra. (BECQUE; LOCHMANN; MELROSE, 2000). Porém quando foi usada a suplementação com carboidrato não foi observado efeito adicional promovido pelo exercício físico (WILLIAMS, 2000). Entretanto, no estudo de Becque; Lochmann; Melrose (2000), a suplementação utilizada e combinada com carboidrato foi significativa, contradizendo a hipótese de Willians.

### 3.13- Suplementação de curto prazo

A suplementação em curto prazo tem demonstrado aumentar a massa corporal em indivíduos de diversos grupos, desde os sedentários aos treinados em programas de força. A população de interesse consiste nos indivíduos fisicamente ativos e atletas recreacionais e os indivíduos treinados em força, que é a população que normalmente frequenta uma academia diariamente.

Nos estudos com indivíduos fisicamente ativos e atletas não profissionais, as pesquisas com suplementação em curto prazo obtiveram resultados favoráveis. Nove estudos mostraram ganhos significativos de massa corporal. Três desses estudos foram realizados na Suécia por Balsom e seus associados (1993a,1993b, 1995 *apud* WILLIAMS, 200). Nos três estudos foram utilizados protocolos parecidos, nos quais os indivíduos ingeriam 20-25g de creatina por dia, durante 6 dias. Os ganhos médios na massa corporal nos três estudos foram significativos, sendo que os ganhos ficaram entre 0.9 e 1.1 Kg na massa corporal. Nos outros seis estudos, o protocolo de suplementação ficou entre 20 e 30g por dia, durante 5 a 7 dias. Os ganhos na massa corporal ficaram em média em 1 kg, chegando até 1.6 kg; sendo que em um estudo houve diminuição de 0.6% na gordura corporal.

Alguns estudos também demonstraram benefícios da suplementação de creatina em curto prazo em indivíduos que praticam treinamento de força ou levantamento de peso. Em dois estudos Volek (1997a; 1997b) reportou aumento significativo de 1.3 e 1.4 kg respectivamente. Em ambos os estudos ele usou um protocolo de 25g por dia durante 7 dias. Embora os pesquisadores não tenham estimado a porcentagem de gordura nos dois estudos, foi avaliada a suplementação de creatina sobre espessura das dobras cutâneas. Usaram-se sete dobras cutâneas: tríceps, subescapular, axilar média, peito, supra-ílica, abdominal e coxa. Ao final do estudo observou-se que a suplementação de creatina não influenciou na soma da espessura das sete dobras. Desta forma, os resultados de ganho de massa corporal, sugerem que esse ganho foi devido ao aumento de massa magra. Volek *et all* (1997a) analisou se a suplementação de creatina influenciava na concentração de hormônios responsáveis por processos anabólicos e catabólicos, mais precisamente os hormônios testosterona e cortisol. Após 14 dias de estudos observou-se que a suplementação de creatina não interfere no metabolismo de nenhum dos dois

hormônios, sendo que o anabolismo muscular induzido pela creatina ocorre através do inchaço celular provocado pela retenção hídrica.

Também foi observado que alguns estudos não demonstraram efeito benéfico da suplementação de creatina em curto prazo para esses grupos de indivíduos. Porém houve ganho de massa corporal nos indivíduos que participaram desses estudos, sem, no entanto esses ganhos serem significativos.

### **3.14- Suplementação de longo prazo**

As investigações sobre a suplementação de creatina em longo prazo tiveram origens nas investigações clínicas, nas quais se utilizava a suplementação de creatina ou fosfocreatina em pacientes com diversos problemas médicos. Essas investigações revelaram dados interessantes a respeito da influência da creatina sobre composição corporal. A partir daí, aumentaram os estudos da suplementação em longo prazo, principalmente em indivíduos fisicamente ativos e atletas.

As pesquisas que apontam um efeito benéfico da suplementação em longo prazo apóiam que a massa magra tem tendência a aumentar com o treinamento de força, e a suplementação com creatina aumenta ainda mais essa tendência.

Kelly e Jenkins (1998) utilizaram um protocolo de longo prazo, no qual sobrecarregavam com 20g por dia por 5 dias e mantinham 5g por 21 dias, em levantadores de pesos treinados. A composição corporal dos indivíduos foi estimada por medições de dobras cutâneas. Após suplementação de creatina observou-se ganho de massa corporal de 2,8 kg em média, enquanto não houve mudanças significativas no grupo placebo. Os autores avaliaram a ingestão calórica diária, observando que esse aspecto não foi o responsável pelo ganho de massa corporal no grupo creatina. Em ambos os grupos não houve mudanças significativas no percentual de gordura, porém o aumento de massa magra foi comparável ao aumento de massa corporal total.

Em seu estudo Kreider (1998) aplicou um protocolo de suplementação de 15,75g por dia durante 28 dias, com o objetivo de examinar os efeitos sobre a massa e a composição corporal em 25 jogadores de futebol americano da primeira divisão universitária. Esses atletas estavam inseridos num treinamento de força e agilidade

por oito horas semanais. Os indivíduos foram agrupados por peso corporal total e divididos em dois grupos, um chamado creatina (creatina adicionada a um produto comercial) e um placebo (ingeria só o produto comercial). A ingestão nutricional dos dois grupos foi monitorada antes e depois da suplementação. A massa corporal aumentou em ambos os grupos, porém no grupo creatina foi muito maior, 2,42 kg contra apenas 0,85 kg do grupo placebo. Não foram observadas diferenças nos dois grupos quanto a mudança da água corporal total. Isso sugere que as mudanças da massa corporal não foram devido ao aumento de água corporal. A ingestão nutricional dos dois grupos foi semelhante, o que também sugere que a dieta não foi o quesito principal da diferença de ganho de massa corporal entre os grupos. Também não foram observadas diferenças quanto à mudança de massa óssea, massa adiposa ou percentual de gordura entre os grupos. Porém, a massa corporal total e a relação gordura/massa magra sem osso estavam significativamente aumentadas no grupo creatina.

Francaux e Poortmans (1999 *apud* WILLIAMS, 2000) dividiram 25 homens saudáveis em 3 grupos: controle, placebo e creatina. O grupo creatina usou protocolo de 21g/dia por 5 dias e 3g/dia pelos 58 dias seguintes. Os grupos creatina e placebo estavam participando de um programa de treinamento de força por 42 dias e um período de destreinamento de 21 dias. Nos grupos controle e placebo não foram observadas mudanças na massa corporal, enquanto no grupo creatina houve aumento significativo de 2 kg, um aumento de 2,9%. Através da bioimpedância espectroscópica foi atribuído o ganho de massa corporal ao aumento de conteúdo total de água corporal, mais precisamente no compartimento intracelular. Contudo os autores concluíram que os volumes relativos dos compartimentos de água corporal permaneceram constantes, e, portanto, os ganhos de massa não podem ser atribuídos à retenção hídrica, mas sim, ao provável crescimento da matéria seca acompanhada de um volume normal de água.

Volek *et al.* (1999) usou arranjo experimental aleatório, duplo-cego, para avaliar os efeitos da suplementação de creatina (25g/dia por 7 dias; 5g/dia por 11 semanas) sobre a massa e composição corporal – determinada por pesagem hidrostática – em 19 homens treinados em força, submetidos ao treinamento de força pesado, periodizado de 3 a 4 vezes por semana durante 12 semanas de treinamento. Após uma semana, a massa corporal e a massa isenta de gordura estavam significativamente aumentadas no grupo creatina (1,7 kg e 1,5kg,

respectivamente), mas não no grupo placebo. Após 12 semanas, os dois grupos aumentaram significativamente a massa corporal (creatina, de 82,1 para 87,3 Kg; placebo, 82,9 para 85,9 kg) e a massa isenta de gordura (creatina, 68,7 para 73 kg; placebo, 68,6 para 70,7 kg), entretanto os aumentos mais significativos foram no grupo creatina. O grupo creatina também demonstrou aumento significativamente maior na seção transversa das fibras do tipo I, IIa, IIab após 12 semanas. Os cientistas concluíram que a suplementação de creatina aumentou a massa corporal, a massa isenta de gordura e acentuou a morfologia muscular.

Em estudo brasileiro, Souza Jr. (2002) utilizou 18 indivíduos divididos em dois grupos, um placebo (maltodextrina) e outro, creatina. O protocolo de suplementação foi iniciado após duas semanas de treinamento de força. O grupo suplementado seguiu o seguinte protocolo: ingestão de 30g de creatina por dia, dividido em seis doses iguais de 5 g, nos primeiros 7 dias (sobrecarga). A fase de manutenção durou 42 dias, com ingestão de 5g por dia. Após oito semanas de treinamento de força e 6 semanas de suplementação, o autor chegou aos seguintes resultados: o grupo A (creatina) teve aumento significativo na massa corporal em média de 4,5kg, enquanto o grupo B (placebo) teve aumento não significativo de 0,4 kg. O grupo A aumentou significativamente as circunferências do antebraço, braço, peitoral, abdômen e coxa, entretanto o grupo B não obteve aumentos significativos quanto as circunferências citadas. O autor realizou uma comparação tanto intragrupos, quanto intergrupos; sendo que nesta última, o autor conclui que o grupo creatina apresentou alterações positivas significativas quando comparado ao grupo placebo, tanto na força máxima, como nas variáveis antropométricas.

Analisando os resultados apresentados pelos estudos acima, observamos uma variação quanto a dosagem da suplementação. Porém observamos que mesmo dosagens mais baixas, como 20g na fase de sobrecarga e 3g na fase manutenção, alcançamos um aumento de massa corporal compatível com as dosagens mais altas. Assim conclui-se que os objetivos podem ser alcançados com as dosagens mais baixas, sendo as recomendações de ingestão de dosagens mais altas, apenas uma estratégia comercial. Isto também comprova que o músculo humano possui um limite de estocagem de creatina, que quando alcançado não pode ser excedido (GREENHAFF, 1995 *apud* CYRINO, 2002).

As pesquisas que não demonstraram efeitos benéficos para a suplementação de creatina em longo prazo não apontaram aumento significativo na massa corporal,

porém houve ganho de massa magra. Por não serem significativos os ganhos de massa corporal, as pesquisas foram enquadradas como não reportando efeitos benéficos.

### **3.15- Interrupção da suplementação**

O único meio de excreção de creatina é através do catabolismo para creatinina, um processo lento. Greenhaff (1997 *apud* WILLIAMS; 2000) estimou que os estoques elevados de creatina muscular diminuem muito lentamente ao longo de 4 semanas após a suplementação. Hultman (1996) relatou que os níveis voltaram ao normal após 30 dias.

### **3.16- Efeitos colaterais da suplementação de creatina**

A maioria dos estudos não indica efeitos colaterais decorrentes da suplementação de creatina em curto prazo. No longo prazo, ainda são poucos os estudos e os dados. Os dados limitados não nos permitem conhecer completamente seus efeitos no longo prazo.

Alguns pesquisadores acham não ser ética a recomendação da suplementação de creatina por não ser completamente conhecido seus efeitos no longo prazo. De acordo com a ANVISA os dados epidemiológicos sobre efeitos da suplementação crônica são limitados. Existem relatos anedóticos de câibras e desarranjos intestinais em atletas que se suplementaram com creatina (PERALTA 2002). Kreider (2003) encontrou resultados que sugerem que a suplementação de creatina não parece aumentar a incidência de câibras em universitários que jogam futebol americano.

Podemos notar preocupações sobre uma possível supressão da síntese endógena de creatina mesmo após o fim da suplementação. Não encontramos evidências na literatura consultada de que isso possa ocorrer. É possível notar na literatura consultada alguma preocupação com possíveis danos renais e hepáticos

causados pela suplementação de creatina. Esses efeitos ainda não parecem ser comprovados pelas pesquisas científicas, mas indicam necessidade de mais pesquisas sobre possíveis efeitos colaterais da suplementação de creatina.

Kreider (2003) obteve resultados que indicam que a suplementação de creatina no longo prazo (acima de 21 meses) não mostra efeitos adversos no estado de saúde de atletas submetidos a treinamento intenso quando comparado com atletas que não ingeriram suplementação de creatina. Mayhew (2002) em concordância também sugere que a suplementação de creatina de longo prazo parece não trazer efeitos prejudiciais para o fígado e os rins em atletas universitários de alto rendimento sem a influência de outros suplementos nutricionais.

Kreider (1998) considera pequenas evidências científicas dos efeitos colaterais da suplementação de creatina mesmo no longo prazo, e assim afirma que a creatina poderia ser considerada um recurso ergogênico efetivo e seguro. Na mesma linha Volek (2004) coloca a creatina como um meio efetivo, seguro e legal de melhora de performance esportiva. A segurança da suplementação de creatina em crianças e adolescentes não está bem estabelecida (YOSHIZUMI; TSOUROUNIS, 2004).

Nos últimos anos foram publicados apenas 7 estudos sobre efeitos colaterais da suplementação com creatina, de acordo com a base de dados Pubmed. Tivemos acesso a quatro desses estudos e as conclusões não foram comprobatórias. Um dos estudos citou o ganho de massa devido à retenção hídrica como efeito colateral, outro afirmou que o maior risco para a saúde está na pureza da creatina comercialmente disponível. Os outros dois concluíram que a creatina não apresenta efeitos colaterais se utilizada na posologia determinada, podendo causar diarreia quando consumida em dose única de 10 ou mais gramas. (PUBMED).

### **3.17 - Posição da ANVISA e do COI em relação ao consumo e comercialização de creatina**

O doping é controlado pelo Comitê Olímpico Internacional (COI) desde 1968. Segundo documento veiculado pelo COB (Comitê Olímpico Brasileiro), afiliado ao COI, a definição de doping é:

*“Considera-se como doping a utilização de substâncias ou métodos capazes de aumentar artificialmente o desempenho esportivo, sejam eles potencialmente prejudiciais à saúde do atleta ou a de seus adversários, ou contra o espírito do jogo. Quando duas destas três condições estão presentes, nós temos o doping, de acordo com código da Agência Mundial Antidoping (AMA).”*

Com base na definição de doping citada, a AMA (2008) organiza uma lista de substâncias e métodos proibidos (em competição e fora de competição) e de substâncias sob um programa de vigilância. Neste programa estão substâncias que não se encontram na lista de substâncias proibidas, mas que a agência deseja acompanhar de forma a detectar padrões indevidos de utilização das mesmas, onde estão, por exemplo, substâncias como a cafeína. A AMA não relaciona a creatina nas listas de substâncias a serem vigiadas, ou na lista de substâncias proibidas, sendo completamente permitido o uso em qualquer momento, por qualquer atleta em qualquer dosagem.

A creatina atualmente não é considerada doping. As pesquisas indicam que o uso de creatina pode ser seguro em curto prazo, mas não se tem dados conclusivos sobre possíveis efeitos colaterais em crianças ou adolescentes e ao longo prazo. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) não permite a comercialização da creatina no Brasil como alimento e alerta que sua utilização por atletas de elite como medicamento deve ocorrer sob prescrição médica. O COI não faz qualquer restrição ao uso de creatina sendo, portanto uma substância permitida e de uso legal, mesmo sem um consenso sobre possíveis efeitos colaterais.

Alguns fatos precisam ser esclarecidos sobre a proibição da comercialização da creatina pela ANVISA. As empresas solicitam autorização para obter registro desse produto na área de alimentos, no entanto os mesmos são indeferidos. Vale então esclarecer que tais indeferimentos são devido a ANVISA avaliar a creatina, assim como outros aminoácidos e peptídeos de acordo com Resolução ANVISA/MS nº

17/99 – Diretrizes para a avaliação de risco e segurança de uso de alimento e considerar que estes produtos não devam ser comercializados como alimentos, já que os consumidores têm utilizado quantidades elevadas desses produtos e as evidências científicas segundo a ANVISA não são conclusivas. No Boletim Ouvidoria Anvisa, Edição nº 20, de 22 de outubro de 2007, há o esclarecimento da Gerência de Inspeção e Controle de Riscos de Alimentos de que os aminoácidos isolados L-carnitina, **creatina**, arginina, glutamina, ornitina, entre outros, não são permitidos como alimentos, pelo fato de não haver consenso científico relacionados à segurança e eficácia do uso. Esses aminoácidos são utilizados majoritariamente por atletas de elite e têm em alguns casos a indicação de uso como medicamentos e, portanto devem ser utilizados sob prescrição médica.

## IV- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente estudo pode-se concluir que a suplementação com creatina mostrou ser um eficiente auxílio ergogênico, principalmente quando aliada ao treinamento de força. Partindo desse princípio e levando em consideração a função da fosfocreatina (que devido a suplementação tem sua concentração intramuscular e livre aumentada em até 30 %), que é a de fornecer energia rápida, conclui-se que a suplementação com creatina constitui-se em um auxílio importante para atividades que exigem alta intensidade e de curta duração. Seu potencial ergogênico se relaciona diretamente com o ganho de massa muscular.

Apesar dos resultados obtidos, a suplementação com creatina ainda deve ser mais estudada no futuro, principalmente com relação aos seus efeitos em crianças e mulheres, pois atualmente não temos muitos trabalhos que se referem a possíveis efeitos colaterais nesses diferentes grupos de estudo.

Acredito que este trabalho possa esclarecer dúvidas de profissionais de diversas áreas, que tenham contato com suplementação esportiva, principalmente com creatina.

Podemos concluir também que a maioria dos estudos não indica efeitos colaterais decorrentes da suplementação de creatina em curto prazo. No longo prazo, ainda são poucos os estudos e os dados. Os dados limitados não nos permitem conhecer completamente seus efeitos no longo prazo. Acredito que isso deva ser tema de muito outros estudos sobre a creatina no futuro.

## V- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA MUNDIAL ANTIDOPING. **Código Mundial Antidopagem: LISTA INTERNACIONAL DE SUBSTÂNCIAS E MÉTODOS PROIBIDOS PARA 2004.** 2004.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **The physiological and health effects of oral creatine supplementation.** *Medicine and Science In Sports and Exercise*, Madison, v. 32, n.3 p. 706-717, Mar. 1999.

BALSOM, P.D. *et al.* Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise e. **Scandinavian Journal of Medicine ad Science Sports**, v.3, p.143-149, 1993a apud Williams, M.H.; Kreider, R. B.; Branch, J.D. **Creatina.** São Paulo: Ed Manole, 2000.

BALSOM, P.D. *et al.* Creatine Supplementation per se does not enhance endurance exercise performance. **Acta Physiologica Scandinavica**, 149: p. 521-523, 1993b apud Williams , M.H. Kreider, R.B.; Branch, J.D. **Creatina.** São Paulo: Ed Manole,2000.

BECQUE, M.D.; LOCHMANN, J.D.; MELROSE, D.R. Effects of oral creatine supplementation on muscular strength and body composition. **Medicine & Science in Sports & Exercise.** v.32, n.3, p.654-658, 2000.

CLARK, J. F. Uses of creatine phosphate and creatine supplementation for the athlete. In: Conway, M.A., Clark, J.F. **Creatine and creatine phosphate:** Scientific and clinical perspectives, San Diego: Academic Press, 1996. p.217-226 apud Williams, M.H.; Kreider, R.B.; Branch, J.D. **Creatine.** São Paulo: Ed. Manole, 2000.

COMITÊ OLÍMPICO BRASILEIRO. **Informações sobre o uso de medicamentos no Esporte.** 4. Ed . Rio de janeiro, 2004. 56p.

CYRINO, E.S. **Efeito da suplementação de creatina e do treinamento com pesos sobre o desempenho motor, a composição corporal e indicadores de fadiga.** Tese (Doutorado em Educação Física) – Escola de Educação Física e Esportes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

DEMPSEY, R.L., MAZZONE M.F.,MEURER L.N. **Does oral creatine supplementation improve strength? A Meta-analysis.** *Journal of Family Practice*, Milwaukee, v. 51, n.11, p. 945-951, Nov. 2002.

GREENHAFF, P.L. Creatine supplementation and implications for exercise performance and guidelines for creatine supplementation. In: Jeukendrup, A., Brouns, M., Brouns, F. **Advances in training and nutrition for endurance sports**, Masstrich: Novartis Nutrition Research United., v.30: p.8-11, 1997a apud Williams, M. H.; Kreider, R. B.; Branch, J. D. **Creatina**. São Paulo: Ed. Manole, 2000.

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

HULTMAN, E.;GREENHAFF, P. L. Skeletal muscle energy metabolism and fatigue during intense exercise in man. **Science Progress**, v.75: (298, part 3-4), 361-370, 1991 apud Williams, M. H.; kreider , R.B.; Branch, J.D. **Creatina**. São Paulo: Ed. Manole, 2000.

HULTMAN , E.*et al.* Muscle creatine loading in men. **Journal of Applied Physiol.**, v.24, n.6, p.232-237, 1996.

INGWALL, J.S. Creatine and the control of muscle-specific protein synthesis in cardiac and skeletal muscle. **Circulation Research**, v.38: I-p.115-I-p.123, 1976 apud Williams, M.S.; Kreider, R.B.;Branch, J.D. **Creatina**. São Paulo: Ed. Manole, 2000.

JACOBS, I, Dietary creatine monohydrate supplementation. **Can. J. Appl. Physiology**, v. 24, n.6, p.503-514, 1999.

KELLY, V.G; JENKINS, D.G. Effects of oral creatine supplementation on near-maximal strength and repeated sets of high intensity bench press exercise. **Journal of Strength an Conditioning Research**, v.12: p.109-115, 1998.

KREIDER , R. *et al.* Effects of creatine supplementation on body composition, strength and sprint performance. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v.30: p.73-82, 1998.

PERALTA, J., AMANCIO, O. M. S. **A creatina como suplemento ergogênico para atletas**. Revista de Nutrição, Campinas, v.15, n.1, p. 83-93. Jan. 2002.

POORTMANS, JR.; FRANCAUX, M. Adverse effects of creatine supplementation. **Sports Med.**, v.30, n3, p.155-170, 2000.

RADDA , G.K. Control of energy metabolism during muscle metabolism. **Diabetes**, v.45: p88-92, 1996 apud Williams, M.H.; Kreider, R.B.; Branch, J.D. **Creatina**. São Paulo: Ed. Manole, 2000.

SOUZA JR. T. P. **Suplementação de Creatina e Treinamento de Força**: Alteração da resultante força máxima maximorum, hipertrofia muscular e variáveis antropométricas. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

VOLEK, J.S.; KRAEMER, W.J. Creatine supplementation: Its effects on human muscular performance and body composition. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.10: p.200-210, 1996.

VOLEK, J.S. *et al.* Response of testosterone and cortisol concentrations to high-intensity resistance exercise following creatine supplementation. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.97: p.765-770, 1997b.

WALKER, J. **Creatine biosynthesis, regulation and function**. Advances in Enzymology and Related Areas in Molecular Biology, v.50, p. 117-142. 1979.

WILLIAMS, M.H. KREIDER, R. B.; BRANCH, J.D. **Creatina**. São Paulo: Ed. Manole, 2000, 271p.