

**ARTHEMYS DE ATTAYDE SILVA**

**SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA E O AUMENTO DA MASSA MUSCULAR**

Monografia apresentada a Disciplina Seminário de Monografia como requisito parcial para a conclusão do curso de Licenciatura em Educação Física, do Departamento de Educação Física, do setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

**CURITIBA**

**2002**

**ARTHEMYS DE ATTAYDE SILVA**

**SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA E O AUMENTO DA MASSA MUSCULAR**

Monografia apresentada a Disciplina Seminário de Monografia como requisito parcial para a conclusão do curso de Licenciatura em Educação Física, do Departamento de Educação Física, do setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

**ORIENTADOR:**  
**SERGIO GREGÓRIO DA SILVA**

### **DEDICATÓRIA:**

Aos meus familiares que me deram todo apoio sempre que precisei, principalmente a minha mãe que sempre me incentivou com relações aos estudos, a minha avó Cecília pela força e minha irmã que me ajudou muito na elaboração da monografia. Aos meus professores da Universidade Federal do Paraná, em especial ao Sergio Gregório da Silva meu orientador e a Maria Regina professora da disciplina. In memória ao meu pai Luiz Carlos de Attayde Silva, que mesmo não estando entre nós ainda continua me ajudando.

### **AGRADECIMENTOS:**

Agradeço a todos os meus amigos e colegas de faculdade que conseguiram me dar apoio, em especial a: Alan J. Rosa; Alexandre Pedron; Alexandre Martins; Amauri B. Jr.; Ana Carolina Moro; André Sedek; Bruno V. Sítima; Caroline Saffiano; Giovani Marchalek e Rodrigo Hidalgo que foram amigos fiéis em todas as horas. A TODOS os professores da Universidade Federal do Paraná que me passaram o conhecimento para poder ministrar minhas aulas, principalmente aos professores Ademir Piovezan; Floresval A. Bianchi Filho; Julimar Pereira; Maria Gisele; Ricardo W. Coelho; Sérgio R. Abrahão e Rosana N. de Moraes. Agradeço também aos professores Marcos Pinheiro pelos livros; Pedro Ângelo de Camargo; Jair Augustinho e Sílmará Marques pelos ensinamentos e ajuda no estágio e Oromar Baglioli pela força na monografia.

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>  | 1  |
| 1.1 Justificativa   | 1  |
| 1.2 Problema  | 1  |
| 1.3 Objetivo Geral  | 2  |
| 1.4 Objetivo Específico                                       | 2  |
| <b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>                               | 3  |
| 2.1 Um breve Histórico  | 3  |
| 2.2 Descrição Bioquímica da Creatina                          | 3  |
| 2.3 Necessidade diária de creatina                            | 4  |
| 2.4 Ocorrência na natureza                                    | 4  |
| 2.5 Síntese endógena  | 6  |
| 2.6 Possíveis ações no organismo                              | 7  |
| 2.7 Catabolismo e excreção                                    | 10 |
| 2.8 Suplementação de creatina: Efeitos e Protocolos           | 11 |
| 2.9 Benefícios ergogênicos da creatina                        | 13 |
| 2.10 Hipertrofia muscular                                     | 17 |
| 2.11 Suplementação de creatina e o aumento da massa corporal  | 19 |
| 2.12 Efeitos da suplementação de creatina relacionado à saúde | 25 |
| <b>3. METODOLOGIA</b>   | 28 |
| <b>4. CONCLUSÃO</b>   | 29 |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                             | 32 |

# **1. INTRODUÇÃO**

## **1.1 Justificativa**

Muitos atletas utilizam-se de substâncias ergogênicas visando a melhora da performance ou desenvolvimento muscular (WYSS e DAOUK, 2000). A suplementação de creatina, tornou-se uma prática comum entre atletas de elite, profissionais, amadores e recreativos, com a expectativa de melhoria da performance, principalmente para aquelas atividades de alta intensidade e curta duração (WILLIAMS e BRANCH, 1998).

Acredita-se ainda que a suplementação de creatina possivelmente induza a um aumento da massa corporal, particularmente da massa muscular (WILLIAMS e BRANCH, 1998).

Confiando nisso, vários frequentadores de academias de musculação a utilizam para obter um corpo musculoso e bem definido. Portanto, para o profissional de Educação Física este conhecimento é muito importante para que tenhamos idéia dos efeitos da creatina no organismo, os resultados de sua utilização e seus possíveis efeitos colaterais.

## **1.2 Problema**

Qual a importância da creatina como suplemento alimentar e seus efeitos sobre a massa corporal?

### **1.3 Objetivo geral**

O presente trabalho visa mostrar como a creatina atua no organismo e seus possíveis efeitos, bem como, se o uso de uma suplementação de creatina aumenta a massa corporal através da hipertrofia muscular.

### **1.4 Objetivos específicos**

- Descrever o histórico da creatina.
- Apontar estudos bioquímicos sobre a creatina.
- Relatar possíveis ações no organismo.
- Descrever protocolos de suplementação de creatina.
- Relatar benefícios ergogênicos da creatina.
- Investigar os efeitos da creatina enquanto suplemento alimentar sobre a massa e composição corporal.
- Investigar estudos, conclusões e experimentações científicas que demonstrem e validem, ou não, da suplementação de creatina para pessoas que desejam aumentar a massa muscular.
- Apontar os efeitos da suplementação de creatina relacionados à saúde.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

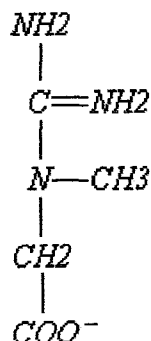
### **2.1 Um breve histórico**

A creatina foi descoberta em 1832 pelo cientista francês Michel Eugene Chevreul, que extraiu da carne um novo constituinte orgânico e assim o nomeou. Em 1847, Justus von Liebig confirmou que a creatina era um constituinte regular da carne animal e relatou um maior conteúdo dessa substância em animais selvagens quando comparados a animais de cativeiro e fisicamente menos ativos. Ainda no século XIX, na metade da década de 1880, foi descoberta creatinina na urina, e autores posteriores especularam que ela era derivada da creatina e estaria relacionada com a massa muscular total. Pelo fato da extração de creatina a partir da carne fresca ser um processo caro, as primeiras pesquisas foram limitadas. Não obstante, já no início do século XX, a suplementação de creatina demonstrou aumentar o conteúdo de creatina muscular em animais. A creatina fosfato (CP), forma fosforilada da creatina, foi descoberta em 1927, com observações de que estava envolvida no gasto energético do exercício. A creatina quinase, enzima que catalisa a fosforização da creatina, foi descoberta em 1934. Em 1968, com a descoberta da técnica de biópsia por agulha para extrair amostras de músculo humano, cientistas suecos investigaram o papel da CP durante o exercício e sua recuperação. Mais recentemente, técnicas de ressonância nuclear magnética, as quais são não-invasivas, têm sido usadas para estudar a dinâmica da creatina fosfato durante o exercício.

### **2.2 Descrição bioquímica da creatina**

A creatina (ácido acético metilguanidina) é um aminoácido de ocorrência natural no organismo derivado via síntese endógena dos precursores arginina, glicina e metionina no fígado, rins e pâncreas (WYSS e DAOUK, 2000).



**Figura I:****Estrutura química da creatina****2.3 Necessidades diárias de creatina**

A creatina é naturalmente encontrada em vertebrados, participando em reações metabólicas dentro das células e eventualmente sendo catabolizada para creatinina no músculo e excretada pelos rins. Em seres humanos os estoques totais de creatina são de aproximadamente 120 g em um homem de porte médio (70 kg), com quantidades correspondentemente menores ou maiores para indivíduos que pesam menos ou mais. Com base em mensurações da excreção renal de creatinina, a necessidade diária de creatina suprida por meio da dieta ou da síntese endógena é de aproximadamente 2g/dia em um homem de 70 kg. Entretanto, pelo fato de muitos atletas pesarem mais de 70 kg e protocolos de treinamento intenso promoverem a degradação de proteínas, aumentando os níveis séricos e urinários de creatinina, esses indivíduos, submetidos a tais condições de treinamento, podem apresentar uma necessidade diária maior.

**2.4 Ocorrência na natureza**

Uma vez que a creatina encontra-se principalmente no tecido muscular, suas principais fontes da dieta são os peixes e a carne vermelha com aproximadamente 3 a 5g de creatina por quilo grama de peixe não cozido (atum, salmão e bacalhau) e carne (vaca e porco). A ingestão de creatina na dieta pode variar consideravelmente. Para vegetarianos radicais (que não consomem nenhum produto de origem animal) a ingestão diária de creatina é virtualmente zero e a síntese endógena é a única fonte desse nutriente. Os indivíduos que consomem uma dieta onívora normal, cuja ingestão protéica fica entre 1 e 2g/kg do peso corporal por dia, obtêm entre 0,25 e 1g/dia de creatina a partir de sua dieta. Ainda que seja possível aumentar a ingestão diária de creatina pelo consumo de alimentos ricos desse 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 de carne vermelha.

A creatina ingerida por via oral é absorvida intacta pelo lúmen intestinal e a partir disto entra na corrente sanguínea. Além disso, sua absorção é aparentemente completa. Após a sua absorção intestinal a creatina do plasma é liberada para os vários tecidos do corpo, incluindo o coração, a musculatura lisa, o cérebro e os testículos; entretanto a grande maioria dos estoques corporais de creatina encontra-se localizada nos músculos esqueléticos. Há evidências que a captação de creatina pelos tecidos também podem ser mediadas pela insulina.

Segundo WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000) os primeiros estudos demonstram que a entrada de creatina no músculo ocorre ativamente contra um gradiente de concentração, possivelmente envolvendo a interação de creatina com sítios específicos da membrana que reconhecem parte da molécula de creatina. 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).

Há evidências de que a captação de creatina nos tecidos também possa ser mediada pela insulina. Em humanos, GREEN; (1996) apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000) 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 de creatina muscular é bastante estável. A creatina extracelular é separada no citoplasma, onde ocorre a rápida fosforilação pela CQ (creatina quinase). Cerca de 60-70% do total de creatina apresenta-se sob a forma de creatina fosfato (CP), que é incapaz de passar por membranas, mantendo, dessa forma, a creatina dentro da célula. Contudo, a creatina possivelmente consegue se ligar a componentes intracelulares facilitando sua retenção no músculo.

A creatina é uma substância osmoticamente ativa; assim, um aumento em sua concentração intracelular pode induzir um influxo de água para dentro da célula. Uma consideração importante em relação à massa corporal e massa livre de gordura.

## **2.5 Síntese endógena**

A ingestão de creatina pela dieta responde por cerca de metade da necessidade corporal diária. O restante é obtido por meio da síntese endógena de creatina. Isso ocorre especialmente quando a disponibilidade de creatina na dieta é insuficiente para atender às necessidades diárias. Nessa condição, o restante da creatina é sintetizada a partir dos

aminoácidos glicina, arginina e metionina. A molécula de glicina é totalmente incorporada na creatina enquanto a arginina, por sua vez, fornece apenas seu grupo amidino. Quanto à metionina, ela fornece seu grupo metil.

Em seres humanos, o fígado parece ser o principal sítio para a síntese de creatina, mas os rins e o pâncreas também podem sintetizá-las. O primeiro passo na síntese de creatina envolve a transferência reversível do grupo amidino da arginina para a glicina a fim de formar ácido guanidinoacético. Em seguida ocorre a transferência, irreversível, de um grupo metil da S-adenosilmetionina para o ácido guanidinoacético, formando então a creatina, (WALKER, 1979 apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, 2000).

A síntese de creatina pode ser modificada por vários fatores. Quanto a disponibilidade de creatina na dieta está baixa, sua síntese endógena encontra-se aumentada para manter os níveis normais do nutriente. Assim os vegetarianos devem sintetizar toda a creatina de que precisam. O consumo de gelatina na dieta ou de arginina mais glicina aumentam a biossíntese WALKER, (1979) apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000). Por outro lado, a ingestão aumentada de creatina, particularmente de suplementos à base de creatina, irão abaixar ou suprir a síntese endógena de creatina.

## **2.6 Possíveis ações no organismo.**

Todas as células utilizam ATP (adenosina trifosfato) como fonte imediata de energia. A energia necessária para facilitar o esforço do exercício máximo é primariamente derivada dos estoques musculares de ATP. A energia é liberada a medida que o fosfato do ATP é enzimaticamente removido por uma ATPase, resultando em ADP (adenosina difosfato) e PI (fosfato inorgânico), como ilustrado na seguinte fórmula:

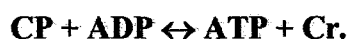


Entretanto, SAHLIN, (1996) apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000), discutindo as diferenças entre as fontes endógenas de energia em função da produção relativa de ATP para cada estoque, indicou que a energia derivada das reservas de ATP era limitada. Ele calculou a capacidade de energia disponível (mol ATP), calculou, a capacidade máxima de produção de ATP (por mol ATP/kg de peso seco), calculou, a intensidade de exercícios suportada e calculou a duração da atividade permitida pela fonte de energia.

Com relação às fontes anaeróbias, os estoques de ATP contêm aproximadamente 0,02 mol ATP, produzem 11,2 mmol ATP/kg de peso seco, suportam intensidade de exercícios muito elevadas e mantêm-se por aproximadamente 1 a 2 segundos.

Ainda que os estoques de ATP sejam limitados, eles podem ser regenerados por outros processos metabólicos nas células, incluindo a glicólise anaeróbia e o metabolismo oxidativo. Por exemplo, o mesmo SAHLIN, (1996) calculou que a glicólise anaeróbia contêm 5,2 mmol ATP, produz 5,2 mmol ATP/kg de peso seco, mantém exercícios de alta intensidade melhor do que exercícios de intensidade muito alta intensidade e perdura aproximadamente 7 minutos. O ATP é gerado mais lentamente pelo processo oxidativo.

De interesse para essa revisão é o papel da CP (creatina fosfato) na geração de ATP durante o exercício intenso. A Cr (creatina) é essencial para esse processo pelo fato de cerca de dois terços desse nutriente armazenado no músculo serem fosforilados pela enzima CQ (creatina quinase) para formar CP. Durante o exercício explosivo, o fosfato da CP é clivado para fornecer energia à ressíntese de ATP. A CQ (creatina quinase) é uma enzima presente nos tecidos de vertebrados, que promove a reação reversível na qual a creatina e a CP (creatina fosfato) servem como substratos, transformando a CP (creatina fosfato), e o ADP (adenosina difosfato) em ATP (adenosina trifosfato), mais Cr (creatina). conforme a fórmula.



A creatina fosfato serve como um tampão energético temporário durante períodos de contração muscular, quando o consumo de ATP excede a síntese VAN DEURSEN et al., 1993 citado por WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000). Apesar de haver cerca de três a quatro vezes mais CP (creatina fosfato) que ATP no músculo, esse suprimento também é limitado e precisa ser repostado para que se mantenha o exercício de intensidade alta.

Os processos evolutivos selecionaram a reação da Creatina Quinase para fornecer um mecanismo para aumentar o fator capacidade sem diminuir o fator intensidade. A Creatina Quinase está presente em concentrações extremamente altas nos tecidos muscular e nervoso para lidar com fluxos metabólicos elevados durante períodos de grandes utilização e geração de energia. Nos sítios intracelulares de utilização de energia, a reação é dirigida para a direita para a remoção de ATP, em sítios de geração de energia, a reação é direcionada para a esquerda pela remoção de ADP.

Existem outras funções importantes da creatina em nosso organismo, não só na geração e utilização de energia. Uma pequena porcentagem dos estoques corporais de creatina é encontrada no coração, e as atividades da Creatina Quinase têm sido associadas com a membrana plasmática de células do coração, WALKER, 1979 apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH (2000). A disponibilidade reduzida de creatina tem sido associada com insuficiência cardíaca, isquemia, prevalência aumentada de arritmias ventriculares e instabilidade da membranas das células do miocárdio durante a isquemia. Conseqüentemente, a administração intravenosa de CP (creatina fosfato) e oral de creatina tem sido propostas como agentes cardioprotetores para pessoas com doença isquêmica do miocárdio.

Uma pequena quantidade de creatina também é encontrada no tecido do sistema central e periférico. Existem evidências de que a creatina pode ter um importante papel da função cerebral, bem como no controle neuromuscular. Por exemplo, bebês nascidos com

incapacidade endógena de sintetizar creatina (isto é, um problema congênito na síntese de creatina) apresentam maturação mental, neuromuscular e físicas anormais, STÖCKER e HANEFELD, (1997); STÖCKLER et al., (1994) (1996a) (1996b) (1997) apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH (2000). Observou-se que a suplementação oral de creatina em recém-nascidos com esse problema (4 a 8 g/dia em até mais de 25 meses) promove desenvolvimento mental e físico normais. Adicionalmente, a suplementação oral de creatina tem sido proposta como um tratamento para determinadas doenças neuromusculares, tais como citopatias mitocondriais.

A creatina também pode ser um sinal para estimular a síntese protéica, possivelmente por promover a retenção intracelular de fluido e pressão osmótica celular, BESSMAN e SAVABI, 1998; INGWALL, 1976; KREIDER, 1998a; KREIDER et al., 1998b; GANDENBERHE et al., 1997a; ZIEGENFUSS et al., 1997 apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000). Confirmando essa teoria, VOLEK e KRAEMER (1996) relataram que a adição de creatina às células musculares esqueléticas incubadas aumenta a síntese de miosina *in vitro*. Segundo PERSKY e BRAZEAU, (2001), a suplementação de creatina reduz a degradação de proteínas no músculo, estabilizando as membranas celulares.

## **2.7 Catabolismo e excreção de creatina**

Em sua extensa revisão da literatura científica sobre a creatina, WALKER, 1979, citado por WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000) indicou que, além das funções da CP relacionadas à produção de energia, a única transformação conhecida da CP em vertebrados é sua conversão não-enzimática irreversível à creatinina. Mensurações *in vivo* no músculo esquelético de ratos indicam que as células perdem em média de 1,7% a 2,5% do *pool* de creatina diariamente. A similaridade para a taxa de perda de creatina da célula como

creatinina levou à proposta de que o efluxo de creatina da célula ocorre quase exclusivamente como creatinina. A maior parte da creatinina é gerada no músculo esquelético, o maior sítio de armazenamento da creatina e subsequente produção de creatinina, e a conversão parece ser espontânea, mas isso não se sabe ao certo.

Em indivíduos saudáveis, aproximadamente 1,6% do *pool* diário de creatina é degradado para creatinina no músculo. Uma vez produzida, a creatinina entra na circulação 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, mas esta quantidade pode variar consideravelmente entre os indivíduos, dependendo da massa muscular total. Com o exercício intenso os níveis de creatinina tendem a aumentar levemente. A excreção de creatinina também pode aumentar até 10 vezes em certas condições patológicas, como a doença renal (WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, 2000).

## **2.8 Suplementação de creatina: efeitos e protocolos**

Os atletas dos esportes anaeróbios de alta potência, tais como velocistas, geralmente têm uma abundância de fibras musculares brancas do tipo II, fibras ricas em creatina fosfato (CP). Essas fibras do tipo II são preparadas para produzir energia em atividades anaeróbias de intensidade muito alta.

SAHLIN, 1998 apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000) menciona que a quantidade de energia que pode ser produzida a partir da CP é, não obstante, pequena e limitada pelo estoque intramuscular. O conteúdo muscular de CP é cerca de 15% maior nas fibras de contração rápida em comparação às de contração lenta. Exercício anaeróbio de intensidade muito alta pode promover significativas diminuições na concentração de CP muscular. A respeito disso, HULTMAN e GREENHAFF, 1991 apud WILLIAMS, KREIDER



e BRANCH (2000) indicaram que, durante o exercício de curta duração quase máximo (0 até 30 segundos), a utilização anaeróbia de CP e glicogênio musculares como substratos irá atender à demanda energética da contração do músculo. Existem evidências que indicam que a fadiga neste tipo de exercício está relacionada à incapacidade das fibras do tipo II em manterem as elevadas taxas de ressíntese de ATP exigidas. Tem-se sugerido que isso resulta da rápida depleção dos estoques de CP das fibras do tipo II e de uma taxa de glicogenólise insuficiente para recompensar a queda na produção de ATP quando o estoque de CP está depletado. Nessa situação, a geração de força tende diminuir em razão do suprimento energético insuficiente. (HULTMAN e GREENHAFF, 1991 apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, 2000)

Várias estratégias de suplementação de creatina tem sido utilizado como tentativa de aumentar o conteúdo muscular total, especialmente de CP (creatina fosfato). Entretanto, os protocolos mais utilizados são os que se dividem em duas fases, sobrecarga e manutenção.

Um protocolo de sobrecarga bastante usado é a ingestão diária de um total de 20-30 g de creatina em quatro doses iguais de 5-7 g dissolvidas em cerca de 250 ml de líquido ao longo do dia, por um período de 5-7 dias. Existem estudos que se basearam na quantidade de suplemento em relação ao peso corporal. WYSS e DAOUK, (2000) recomendaram uma dose de sobrecarga de 0,3 g/kg de massa corporal diariamente por um período de 5-7 dias. Para um homem de 70 kg corresponde a 21 g por dia.

Para as doses de manutenção recomenda-se 2-5 g de creatina por dia. E manutenção, baseada no peso corporal, WYSS e DAOUK, (2000), recomendaram uma dose de manutenção de 0,03 g/kg de massa corporal por dia. Para um homem de 70 kg esta dose recomendada corresponderia à cerca de 2 g por dia.

Outro protocolo sugerido por TERJUNG et al, (2000) é a ingestão de 15 a 20 g por dia de creatina monohidratada durante a primeira semana e que tem por objetivo aumentar os estoques de fosfocreatina muscular e a fase de manutenção, com ingestão de 3 a 5 g por dia com finalidade de manter os estoques elevados. MAUGHAN et al, (2001) sugerem que a suplementação de creatina pode levar a aumentos entre 15 a 30 % dos estoques totais de creatina e entre 10 a 40 % nos estoques de Fosfocreatina. Quando comparado a ingestão isolada, a ingestão de creatina combinada com carboidratos apresentou uma melhor retenção muscular, promovendo a endocitose (TERJUNG et al, 2000).

A combinação de creatina com um carboidrato simples, como a glicose, aumenta o transporte de creatina para dentro do músculo, isto se dá devido à ação da insulina, um hormônio anabólico que faz com que o carboidrato e a creatina entre nas células musculares.

## **2.9 Benefícios ergogênicos da creatina**

Recurso ergogênico é aquela substância ou tratamento físico, mecânico, nutritivo, psicológico ou substância farmacológica que melhora diretamente as variáveis fisiológicas associadas com a performance do exercício ou que facilita a remoção de substâncias que podem limitar a capacidade fisiológica.

Os benefícios ergogênicos teóricos da suplementação de creatina estão relacionados ao seu papel, bem como a 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 exercícios menos intensas e mais prolongadas.

Teoricamente a suplementação de creatina pode ser ergogênica, tanto para o exercício de alta quanto para o de muito alta intensidade. Estes mecanismos envolvem (1) o aumento

dos níveis de CP disponível em repouso para servirem como um tampão imediato do uso de ATP durante o exercício; (2) o aumento dos níveis de creatina livre (CL) em repouso para aumentar a taxa de ressíntese da CP durante e após o exercício, facilitando a transferência da energia da mitocôndria para aos locais de utilização de ATP; e (3) o tamponamento de íons hidrogênio (H<sup>+</sup>) aumentado para reduzir o excesso de acidez na célula muscular. Outros mecanismos ergogênicos também podem estar agindo.

### **2.9.1 Ressíntese aumentada de creatina de fosfato**

A ressíntese de CP durante o período de recuperação de um exercício de alta intensidade parece ser um fator determinante na restauração da energia para uma subsequente tarefa de alta intensidade. A esse respeito, GFEENHAFF, 1995 apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000) observou que se tem atribuído um papel central à disponibilidade de creatina livre no controle da ressíntese de creatina fosfato. Ele também observou que seria de se esperar que a aceleração da ressíntese de CP após o exercício aumentasse a capacidade muscular contrátil mantendo o *turnover* de ATP durante o exercício subsequente. Por essa razão, a suplementação de creatina pode ser recomendada para alguns atletas, como os corredores que, segundo algumas evidências sugerem, experimentam uma ressíntese de CP muscular mais lenta após um exercício elaborado para depletar a CP em 50-60% – pelo menos em comparação a atletas de resistência que possuem taxas mais elevadas de metabolismo oxidativo

### **2.9.2 Acidez muscular reduzida**

A glicólise anaeróbia aumenta o acúmulo de ácido láctico, com a concentração aumentada do íon hidrogênio ( $H^+$ ) sendo um possível fator a contribuir para a ocorrência da fadiga muscular.

A creatina fosfato atua como o principal tampão metabólico no músculo. A ressíntese de adenosina trifosfato a partir da ADP e CP consome um  $H^+$  no processo, assim, a utilização de creatina fosfato contribuirá para tamponar o íon hidrogênio. Um elevado valor tamponante, permite que o músculo acumule mais ácido láctico antes de alcançar um pH que limite a atividade muscular, permitindo dessa forma que mais exercícios de alta intensidade possam ser realizados. Se diminuídos, os níveis plasmáticos de lactato podem ser um indicativo da menor dependência da glicólise anaeróbia para uma sessão de exercícios

### **2.9.3 Metabolismo oxidativo**

Ainda que a quebra de CP para fornecer ATP seja um processo anaeróbio, segundo WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000), vários cientistas especulam que a suplementação de creatina pode modificar a utilização de substratos e possivelmente aumentar o desempenho durante o exercício prolongado submáximo; há a possibilidade de isso ocorrer como consequência do aumento de CP. Utilizando um modelo animal, BRANNON et al., 1997 apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000) reportaram que a suplementação de creatina, em combinação com o treinamento, aumentou os níveis da atividade da citrato sintase (CS), um marcador de capacidade oxidativa tanto em fibras musculares rápidas quanto lentas. No músculo sóleo, a suplementação de creatina isoladamente causou um aumento na atividade da CS que se equiparava aos ganhos resultantes do treinamento. A combinação do treinamento com a suplementação não causou nenhum aumento adicional na atividade da CS no músculo. No músculo plantar, entretanto, a suplementação isolada não apresentou efeitos

sobre a atividade da citrato sintase (CS), enquanto o treinamento gerou um aumento. A combinação do treinamento com a suplementação apresentou um efeito aditivo. Entretanto, esses cientistas não tiveram explicação para esses efeitos da suplementação de creatina. eles podem ser atribuídos possivelmente ao papel da creatina no transporte de ATP entre o citoplasma e a mitocôndria.

#### **2.9.4 Treinamento Aumentado**

A suplementação de creatina poderia beneficiar os atletas a longo prazo pela capacidade de elevar as carga no treino. Fazendo assim com que o atleta treine mais “forte”, pela melhoria da capacidade de repetir esforços rápidos intervalados, pela redução da fadiga e possivelmente pela aceleração da hipertrofia muscular.

#### **2.9.5 A massa corporal aumentada**

A creatina sendo possivelmente uma substância osmoticamente ativa, pode provavelmente induzir a entrada de água para o interior da célula. Uma elevação do conteúdo corporal de água aumentaria a massa corporal. Entretanto, VOLEK e KRAEMER, (1996), indicaram que um aumento na água intracelular pode ser visto como um sinal anabólico profilático. Esses autores especularam que um aumento na hidratação celular induzida pela suplementação de creatina pode aumentar a síntese protéica, diminuir a proteólise e assim aumenta a massa magra.

A massa corporal representa a soma de todos os materiais do corpo mas os seus principais componentes: a gordura corporal total, a massa isenta de gordura (MIG), o conteúdo mineral ósseo e a água corporal.

## 2.10 Hipertrofia muscular

As células musculares representam as mesmas organelas básicas das demais células do organismo, mas diferenciam-se por terem ainda outras organelas que as capacitam para uma função mais específica. O músculo esquelético é constituído por inúmeras fibras, (células), musculares, podendo apresentar muitos centímetros de comprimento e diversos núcleos espalhados ao longo do seu citoplasma. Estas fibras musculares, são por sua vez, constituídas de miofibrilas, circundada por sarcoplasma, mitocôndrias e outras estruturas subcelulares (WEINECK, 1986).

Segundo McARDLE, KATCH e KATCH, (1985). Hipertrofia é o aumento do tamanho do músculo esquelético observado com o treinamento de força, podem ser encarados como uma adaptação biológica fundamental a uma maior carga de trabalho.

O processo de hipertrofia está relacionado diretamente com a síntese de material celular, particularmente da proteína constituinte dos elementos contráteis. Dentro da célula, as miofibrilas se espessam e aumentam em número a medida que a síntese protéica se acelera e o fracionamento protéico diminui proporcionalmente (McARDLE, KATCH e KATCH, 1985).

Segundo WEINECK, (1996) a hipertrofia do músculo causada pelo treinamento, ocorre principalmente através de um engrossamento de cada fibra muscular, com aumento das miofibrilas. Esse aumento das proteínas contráteis representam a base morfológica em relação ao crescimento da força muscular. De acordo com as experiências de WEINECK, (1986), uma hipertrofia do músculo esquelético pode se dar por um aumento no seu comprimento e na sua espessura. A forma comum de hipertrofia é o aumento exclusivo da espessura; um aumento no comprimento sobrevem somente depois que os pontos de inserção dos tendões forem afastados um do outro através de processos patológicos ou experimentais.

Uma das características da fibra ou célula muscular é a existência de diferentes tipos de fibras, sobre tudo, fibras brancas e fibras vermelhas. A fibra branca (clara), espessa e rápida, denominada fibra “fibra do tipo II” ou fibra FT (Fast Twitch – de contração rápida). Este tipo de fibra está envolvida sobre tudo em desenvolvimento rápido de força e em atividades que requerem muito dos músculos. A fibra branca apresenta subcategorias: fibras do tipo IIb; fibras do tipo IIa e fibras do tipo IIc. A fibra vermelha, fina e lenta, denominada “fibra ST” ou “fibra do tipo I” (slow twitch – de contração lenta). Esta fibra muscular é ativado em movimentos musculares de pequena intensidade.

De acordo com as funções, os diferentes tipos de fibras apresentam também metabolismo diverso. As fibras FT caracterizam-se por sua abundância em fosfatos ricos em energia (ATP; fosfocreatina), glicogênio e em enzimas relacionadas com a obtenção de energia. Já as fibras ST, embora apresentem também uma quantidade considerável de glicogênio, primam-se pela abundância em enzimas do metabolismo aeróbico (WEINECK, 1986).

Segundo WEINECH, (1999), a hipertrofia muscular deve-se à hipertrofia de cada fibra muscular isoladamente, devido ao aumento das miofibrilas e de sua secção transversal. Entretanto, deve-se notar que os diversos tipos de fibras – tipo I (ST) e tipo II, com suas subcategorias IIa, IIb, e IIc (fibras do tipo FT), são diferentemente requisitadas, de acordo com o tipo de intensidade do treinamento.

Com cargas acima dos 80% da força máxima são mobilizados igualmente todos os tipos de fibras musculares (tipo I e II) (WEINECH apud, SALE, 1988; DUCHATEAU, 1993). A hipertrofia é atribuída além, da intensidade adequada do treinamento, ao limiar crítico de tensão e a uma maior disponibilidade de ATP por unidade de tempo.

Associada a hipertrofia muscular existe, normalmente, o aumento da eficiência da contração muscular, visto que os músculos armazenam quantidades muito aumentadas de glicogênio, de substâncias gordurosas e de outros nutrientes. Além disso, o número de miofibrilas contráteis também aumenta. Toda essas alterações fazem com que a eficiência do processo contrátil também aumente (GUYTON, 1997).

### **2.11 Suplementação de creatina e o aumento da massa corporal**

Um dos propósitos da suplementação de creatina é o aumento da massa corporal, principalmente da massa muscular. VOLEK et al 1997 apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH (2000) comenta que a creatina é uma substância osmoticamente ativa, assim, uma concentração intracelular aumentada de creatina pode, provavelmente, induzir um influxo de água para o interior da célula. Uma elevação do conteúdo corporal de água aumentaria a massa corporal. E a elevação do conteúdo intracelular de água pode ser visto como um sinal anabólico profilático. Esses autores especularam que um aumento na hidratação celular induzida pela suplementação de creatina pode aumentar a síntese protéica, diminuir a proteólise e assim aumenta a massa magra.

Segundo VOLEK e KRAEMER, (1996) a creatina pode ser o sinal químico que acopla a atividade muscular aumentada ao desenvolvimento do processo de síntese protéica contrátil na hipertrofia. Esses autores estudaram os efeitos da creatina sobre células musculares mononucleadas isoladas de peitos de embriões de galinha e observaram o seguinte.

A creatina fornecida *in vitro* aumenta a taxa de síntese de miosina e actina formadas tanto *in vitro* quanto *in vivo*.

A creatina afeta apenas a taxa de síntese protéica, não a taxa de degradação.



A creatina afeta apenas células que já estejam sintetizando proteínas musculares, não os eventos celulares durante a proliferação de mioblasto ou a fusão celular.

A creatina aumenta a síntese total de ácido ribonucléico (RNA) e parece induzir preferencialmente algumas classes de RNA.

O efeito da creatina é mantido em diferentes estágios de síntese de proteínas musculares; entretanto, o efeito primário está conectado com o núcleo e ocorre ao nível da transição.

Entretanto, WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000) discutindo o trabalho de (INGWALL et al, 1974) indicaram que a relevância desta abordagem experimental para hipertrofia do músculo adulto ainda não está clara tendo-se em vista os níveis relativamente altos de creatina endógena já presente na célula muscular adulta; o efeito modulador da creatina já pode, portanto, estar no máximo na célula muscular adulta.

Os efeitos de uma suplementação de creatina a curto prazo, fase de sobrecarga, pode estar ligado com a retenção hídrica e/ou uma síntese protéica aumentada.

HULTMAN et al, 1996 apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000), reportaram que a suplementação de creatina reduziu marcadamente o volume urinário em 0,6 litros durante os dias iniciais da suplementação, sugerindo que a massa corporal aumentada era provavelmente atribuída à retenção de água. Em apoio a esse achado, ZIEGENFUSS et al, 1997 apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000), reportaram um aumento de 6,6% no volume do músculo esquelético da coxa, medida por IRM (Imagem por ressonância magnética), e 2-3% no volume de fluido corporal total e intracelular, medida por BIA (Análise por biopedância elétrica), em homens treinados em atividades aeróbicas de cross-country após a suplementação de creatina a curto prazo. Os autores observaram que os achados pareciam indicar que o ganho de peso associado com a suplementação de creatina a

curto prazo é primariamente um resultado de retenção de água, a maior parte dela no compartimento intracelular.

Durante o protocolo de sobrecarga de curto prazo, aproximadamente 30-40 g de creatina são retidas no corpo, sendo que os indivíduos reportaram ganhos de 0,5 a 1,0 kg de massa corporal. Mesmo usando a menor quantidade (30 g) e o peso corporal mais baixo (0,5 Kg que corresponde a 500 ml de água), cada grama de creatina teria que causar uma retenção de aproximadamente 15 g ou ml de água. A captação muscular de creatina é sódio-dependente, por isso, se a concentração intracelular de sódio aumentar, suas propriedades osmóticas poderão causar retenção de líquido.

Outra possibilidade pode ser a síntese protéica aumentada. ZIEGENFUSS et al, 1997 apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000) reportaram evidências preliminares de um *status* de nitrogênio melhorado (degradação diminuída e/ou síntese protéica aumentada), em levantadores de pesos experientes após a suplementação de creatina a curto prazo. Uma vez que o músculo é composto de aproximadamente 22% de proteína com a maior parte restante sendo água, a síntese protéica poderia ter produzido apenas cerca de 22% do ganho do peso, ou cerca de 110 g de proteína para um ganho de 0,5 kg ao longo de três dias, uma média de 35 g de síntese protéica por dia.

A suplementação de creatina a longo prazo aumenta o ganho de peso corporal e massa isenta de gordura normalmente associados com o treinamento de força. Se a creatina capacita o indivíduo a treinar mais intensamente, então parte do aumento de da massa magra pode ser de tecido muscular, no entanto, não é descartado que o aumento da massa é, pelo menos em parte, de um aumento do conteúdo de água dentro do músculo.

Segundo PEREIRA et al, (2002), em diversos estudos publicados tratando a suplementação de creatina e o treinamento com pesos como os de PARISE et al, 2001 apud

PEREIRA, (2002) a administração de doses consideradas padrão induziram aumento de força e da massa livre de gordura tanto em homens quanto em mulheres saudáveis PARISE et al, 2001 apud PEREIRA (2002), observaram à curto prazo uma interessante ação anticatabólica nos homens, verificada pela diminuição na oxidação e taxa plasmática do aminoácido leucina.

A suplementação de creatina por 12 semanas com indivíduos praticantes de treinamento com pesos apresentou ganhos significativos na força e tamanho muscular, acompanhado de um aumento na síntese de miosina de cadeia pesada e proteínas miofibrilar (WILLOUGHBY e ROSENE, 2001 apud PEREIRA 2002).

DANGOTT et al, 2001 citado por PEREIRA et al, (2002), verificaram que a suplementação de creatina combinada com um intenso trabalho muscular, além de induzir crescimento muscular e hipertrofia compensatória apresentaram aumento na atividade mitótica de células satélites que suscita novas teorias relacionadas à hiperplasia muscular.

BECQUE, LOCHMANN e MELROSE, (2000) avaliaram o efeito da suplementação de creatina na força muscular e na composição corporal. Usando vinte e três voluntários homens com no mínimo 1 ano de experiência de treinamento com pesos, foram divididos de maneira aleatória duplo cego em dois grupos (creatina = 10; placebo = 13), sem nenhuma diferença de repetições máximas. O grupo creatina ingeriu 20g de monidrato de creatina com 500 ml de uma bebida com sacarose divididas em 4 doses iguais durante 5 dias. O grupo placebo ingeriu apenas a bebida com sacarose. Foram feitas medidas avaliativas, de força em 1 RM na flexão de braço, da composição corporal determinada por pesagem hidrostática e da área dos músculos flexores do braço. com o objetivo de comprovar a eficácia de uma suplementação de creatina conjugado com um programa de treinamento de força. O treinamento consistia em um programa de força executado duas vezes por semana com carga de treinamento que começava em 6RM progredindo a 2 RM. Os resultados obtidos foram:

grupo creatina de 42,8 kg para 54,7 kg em 1RM, grupo placebo 42,5 kg para 49,3 kg em 1RM, a massa corporal para o grupo creatina aumentou de 86,7 kg para 88,7 kg, e a massa livre de gordura aumentou de 71,2 kg para 72,8 kg. No grupo placebo não houve mudanças significativas na composição corporal. Nas medidas antropométricas, o grupo creatina aumentou significativamente a circunferência do braço, na porção 1/3 superior do braço aumentou 1,3 cm (3,9%), a circunferência na porção 1/2 superior do braço aumentou 1,1 cm (3,1%) e na porção 2/3 superior do braço houve um aumento de 1,8 cm (5,1%). No grupo placebo não houve mudanças significativas. Os autores concluíram que o suplemento de creatina durante um treinamento de força conduz a um aumento, na força muscular, nas medidas antropométricas do braço, na massa corporal e na massa livre de gordura, comparado ao treinamento de força isolado.

WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000), citam diversas pesquisas que reportam um aumento na massa corporal após uma suplementação a curto e a longo prazo de creatina. JACOBS et al, (1997), citado por estes autores, em um estudo sobre o efeito da suplementação a curto prazo de creatina, 20 g/dia durante 5 dias, sobre a massa corporal com indivíduos com vários graus de condicionamento físico, alguns envolvidos em atividades recreacionais de condicionamento e outros envolvidos no treinamento para esportes competitivos. O grupo placebo não experimentou mudanças na massa corporal após o período experimental, contrariamente, o grupo creatina aumentou significativamente a massa corporal em 0,7 kg. Neste trabalho foi feita uma investigação com as mesmas pessoas após um período de 7 dias sem a suplementação e mesmo assim o grupo creatina continuava a manter o aumento de peso. Em um outro estudo interessante citado por esses autores foi feito por NOONAN et al, (1998b), que investigaram o efeito da suplementação a longo prazo, 8 semanas de suplementação de creatina sobre a massa e a composição corporais em 39 atletas

universitários divididos em três grupos. Um desses grupos recebeu placebo e os outros dois receberam doses variadas de creatina baseada na massa corporal. Após uma fase de sobrecarga de creatina, 20 g/dia por 5 dias, para as 8 semanas restantes os dois grupos receberam uma dose padrão diária de manutenção determinada em função da massa isenta de gordura (MIG). Um grupo recebeu 100 mg/kg de MIG e o outro 300 mg/kg de MIG, estas doses foram elaboradas para reproduzir a menor e a maior doses citadas na literatura científica que melhoram o desempenho do exercício. Os atletas estavam envolvidos num programa de condicionamento físico quatro vezes por semana em que era enfatizado o treinamento com pesos e os exercícios de velocidade. O peso corporal foi medido em uma escala médica graduada com precisão próxima a 100 g, enquanto a composição corporal foi determinada por pesagem hidrostática. A análise estatística total não revelou diferenças significativas entre nenhum dos três grupos para a massa corporal, porcentagem de gordura corporal ou MIG. Conduzindo uma análise estatística intragrupo, os cientistas descobriram que o grupo placebo ganhou 0,37% de massa corporal, um aumento não significativo. O grupo de 100 mg/kg de MIG ganhou 2,87 de massa corporal, a qual não foi significativa, enquanto o grupo 300 mg/kg de MIG teve um aumento de 2,55 na massa corporal. A massa isenta de gordura (MIG) para o placebo, 100 e 300 mg/kg de MIG aumentou, respectivamente, 1,80%, 3,73% e 2,58%, e a análise estatística intragrupo revelou que a MIG aumentou nos grupos 100 e 300 mg/kg de MIG significativamente. O interessante foi que o grupo controle foi o único que reduziu bastante a gordura corporal.

WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000), citam vários estudos e comentam que as investigações relacionadas aos efeitos da suplementação de creatina a longo prazo, entre 2 e 12 semanas, sobre a massa e a composição corporais têm sido conduzida principalmente com indivíduos fisicamente ativos ou atletas que normalmente estavam envolvidos em alguma

forma de treinamento de força ou específico para a sua modalidade esportiva. Dos aproximadamente 20 estudos, cerca de 80% demonstraram ganhos significativos tanto na massa corporal quanto em várias mensurações da massa isenta de gordura após a suplementação de creatina. mesmo nos estudos que não demonstraram efeitos, a suplementação de creatina induziu ganhos na massa corporal e na massa isenta de gordura, mas esses ganhos não foram estatisticamente significativos.

## **2.12 Efeitos da suplementação de creatina relacionados à saúde.**

Uma vez que o uso disseminado da suplementação de creatina entre atletas é um fenômeno relativamente novo, tem surgido interesse quanto aos riscos de saúde associados a essa suplementação

### **2.12.1 Síntese endógena de creatina.**

Quando a ingestão de creatina é aumentada, estudos indicam que a síntese endógena de creatina é temporariamente suprimida GUERRERO-ONTIVEROS E WALLIMANN, 1998 apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000). Consequentemente, tem surgido algumas preocupações sobre a suplementação de creatina utilizada a longo prazo pode suprimir permanentemente a síntese endógena. Embora os dados a longo prazo sejam limitados, vários estudos tem avaliado os efeitos da interrupção da suplementação de creatina de curto e longo prazo sobre os níveis musculares de creatina total e fornecem alguma percepção. Leva de 4 a 5 semanas para que tais níveis musculares retornem aos valores normais após o termino da suplementação de creatina de curto e longo prazo (FEBBRAIO et al., 1995; HULTMAN et al., 1996; LEMON et al., 1995; VANDENBERGUE et al.,1997 apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, 2000).

Se a suplementação de creatina suprimir a síntese endógena permanentemente, poder-se-ia esperar que os níveis musculares de creatina total e a fosfocreatina caíssem bem além do basal 4 ou 5 semanas após o término da suplementação. Além disso, uma vez que a deficiência de creatina tem sido relatada com estado relacionado à fadiga, atrofia muscular, capacidade reduzida de exercitar-se e/ou deficiência neuromuscular, poder-se-ia argumentar que caso a suplementação de creatina resultasse em supressão a longo prazo da síntese dessa substância, os primeiros usuários deveriam apresentar algum desses sintomas. Embora pesquisas adicionais sejam necessárias, atualmente não há evidências de que a suplementação de creatina cause supressão de sua síntese por longo prazo.

### **2.12.2 Função renal**

Como já foi dito no presente trabalho, o excesso de creatina ingerido é excretado principalmente como creatina pela urina, com uma pequena quantidade sendo convertida para creatinina no músculo. O exercício intenso e a desidratação podem aumentar a excreção sérica e urinária de creatinina, no entanto, grandes aumentos na creatina sérica e urinária tem sido usados clinicamente como indicadores de estresse renal.

Entretanto, a análise da literatura disponível indica que a suplementação de creatina, seja aguda ou crônica, parece não aumentar o estresse renal em indivíduos saudáveis. Além disso não foram reportados efeitos adversos da suplementação com baixa dosagem durante períodos prolongados sobre a função renal em investigações clínicas WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000). Deve-se observar que poucos estudos tem avaliado de forma abrangente os efeitos da suplementação de creatina sobre a função renal.

### **2.12.3 Mal estar gastrointestinal.**

Existem relatos de que a suplementação de creatina pode causar mal estar gastrointestinal (mal estar gástrico, gases, diarreia, cólicas, etc.). A teoria sugere que, embora a creatina seja absorvida intacta pelo intestino, pode haver um limite superior para a sua absorção intestinal, e se esse for o caso, então o excesso de creatina pode causar gases e fezes moles e/ou diarreia. Entretanto, segundo WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000), a análise da literatura disponível não apoia essa visão, pois nenhum estudo demonstrou que a suplementação de creatina causou mal-estar gastrointestinal quando tomadas as doses recomendadas (cerca de 5 a 8 g por porção até 35 g/dia). Relatos de mal-estar gastrointestinal a partir de estudos com creatina têm sido isolados e raros, e não significativos o suficiente para causar a retirada dos indivíduos dos protocolos.

### **2.12.4 Cãibras Musculares e Desidratação**

Provavelmente, o efeito colateral não comprovado mais reportado da suplementação de creatina é a maior incidência de desidratação, cãibras musculares ou intolerância ao calor em atletas que treinam intensamente em ambientes quentes e úmidos STRAUSS, 1998 apud WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000). Uma vez que a creatina pode permitir ao atleta treinar mais intensamente, é possível que isso o predisponha à desidratação e/ou lesão pelo calor. Entretanto, segundo WILLIAMS, KREIDER e BRANCH, (2000), a teoria dominante sugere que a retenção hídrica durante as primeiras fases da suplementação de creatina estejam por trás desses relatos não comprovados. Teoricamente, pode-se supor que um aumento na água intracelular, poderia perturbar o balanço eletrolítico intracelular normal, induzindo as cãibras musculares. Entretanto, a suplementação de creatina parece não induzir a desidratação, mas, na verdade, um maior conteúdo de água corporal.



### **3. METODOLOGIA**

Para o presente estudo foi utilizado a pesquisa bibliográfica. Procurou-se obter esclarecimentos e comparações entre as várias literaturas que contém dados referentes ao estudo. Foram levantadas em fontes bibliográficas em bibliotecas e internet. Houve também as indicações de obras literárias de colegas acadêmicos e professores do departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná.

#### 4. CONCLUSÃO

É muito comum no meio esportivo encontrarmos uma infinidade de produtos que dizem essencialmente capazes de realizar as mais diversas proezas, dentre as quais aumentar a massa muscular ou emagrecer sem precisar fazer exercício e/ou esforço. A creatina é uma destas substâncias que tem sido comercializada com a conotação de que ela aumenta a massa corporal e melhora a performance atlética, o que leva a população acreditar que o uso de creatina lhe trará ganhos imediatos. Para entender melhor o que realmente a creatina faz é preciso conhecer os mecanismos de ação.

A creatina foi descoberta em 1832, porém só recentemente tem sido estudada extensivamente para se avaliar seu potencial como auxílio ergogênico para o exercício e o desempenho no esporte.

A creatina também é conhecida como ácido acético metilguanidina é um aminoácido de ocorrência natural no organismo sintetizado no fígado, rins e pâncreas a partir dos precursores arginina, glicina e metionina.

A necessidade diária de creatina é de aproximadamente 2 g/dia e pode ser suprida pela síntese endógena ou por meio da dieta onde as principais fontes são os peixes e a carne vermelha. Os estoques totais de creatina são de aproximadamente 120 g distribuídos em vários tecidos do corpo mas principalmente na musculatura esquelética. Cerca de 70 % do total de creatina em nosso organismo é encontrada sob a forma de creatina fosfato, forma fosforilada pela enzima creatinaquinase. O excesso de creatina é excretado na urina mas cerca de 1,6 % do pool é convertido no músculo para creatinina e também é excretado na urina.

Os protocolos mais utilizados são os que dividem a suplementação em duas fases, sobrecarga e manutenção. A ingestão em solução de carboidratos apresenta melhor assimilação, possivelmente em função de uma maior endocitose, otimizada pela insulina.

Os benefícios ergogênicos da suplementação de creatina para atividades de intensidade muito alta e curta duração como, aumento dos níveis de creatina fosfato disponíveis para servirem como tampão imediato do uso de ATP durante exercício; aumento da creatina livre em repouso para aumentar a taxa de ressíntese de creatina fosfato durante e após exercício; tamponamento de íons  $H^+$ , não foram os únicos verificados. A suplementação de creatina parece também influenciar no metabolismo oxidativo, aumentando a atividade da citrato sintase e possivelmente auxilie no transporte de ATP entre o citoplasma e a mitocôndria.

A questão final é: será realmente válido consumir creatina para aumentar a massa muscular? Não existe um consenso entre os autores no que diz respeito à suplementação de creatina e o aumento da massa corporal, no entanto, o mais aceito, é que a creatina sendo uma substância osmoticamente ativa, induz a um aumento de líquido para o meio intracelular, desta forma ocorre um aumento da massa corporal. Já com relação à hipertrofia muscular, não existe uma certeza e sim, muitas especulações. Especulações estas como, o aumento na hidratação celular pode aumentar a síntese protéica, ou, a creatina pode ser o sinal químico que acopla a atividade muscular aumentada ao desenvolvimento do processo de síntese protéica contrátil na hipertrofia, ou ainda, pode ser que a suplementação de creatina melhore o status de nitrogênio, diminuindo a degradação de proteínas e/ou aumentando a síntese protéica. Estudos indicaram que a creatina teve uma ação anticatabólica, verificada pela diminuição na oxidação e taxa plasmática do aminoácido leucina. Outros, relacionando a suplementação ao treinamento, demonstraram significativos ganhos, na força, nas medidas

antropométricas, no tamanho muscular, na massa corporal, na massa livre de gordura e um aumento na síntese de miosina de cadeia pesada.

A suplementação de creatina aliada ao treinamento auxilia na hipertrofia muscular tanto de forma direta como indiretamente, permitindo que o atleta treine mais intensamente, melhorando a capacidade de repetir esforços, reduzindo a fadiga e possibilitando ao atleta, elevar as cargas de treino a longo prazo.

Devemos ter em mente que os estudos relacionados a creatina são bastante controversos, isso nos faz pensar que mais pesquisas devem ser feitas, principalmente no que se refere ao mecanismo celular. Com relação aos efeitos colaterais ou danos ao organismo decorrente da ingestão crônica de creatina deve-se observar que poucos estudos têm avaliado de forma abrangente. Deverão ser feitos estudos abordando efeitos colaterais a nível cutâneo, neuromuscular, digestivo, hepático e renal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- BALSON, P. D. et al. *Creatine in Humans with Special reference to creatine supplementation*. Sports Medicine, n.º 18 p. 268-280, 1994.
- BECQUE, M. D. L.; LOCHMANN, J. D.; MELROLSE, D. R. *Effects of oral creatine supplementation on muscular strength and body composition*. Med. Sci. Sports Exerc. 2000.
- FOX, E. L.; BOWERS, R. W.; FOSS, M. L. *Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos*. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara, 1991.
- GREENHAFF, P. L.; BODIN, K.; CASSEY, A.; TEODOSIU, D. C.; GREEN, A.; SÜDERLUND, K.; TIMMONS, J.; HULTMAN, E. *Dietary Creatine Supplementation and Fatigue During High-Intensity Exercise in Humans*. International Journal of Sports Nutrition, 1998.
- GUYTON, A. C. *Tratado de Fisiologia Médica* 9ª edição. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 1997.
- KREIDER, R. *Dietary Supplements and the promotion of muscle growth with resistance exercise*. Sports Med, 1999.
- MACARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. *Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. Rio de Janeiro, RJ: Discos CBS, 1985.
- MAUGHAN, R.; GLEESON, M.; GREENHAFF, P. L. *Bioquímica do exercício e do treinamento*. São Paulo, SP: Manole, 2000.
- PEREIRA, J. L.; SOUZA, E. F.; RIBEIRO JR, E. J.; SARRAF, T. A. e DEZAN, V. H. *Suplementação de creatina nos exercícios resistidos*. Curitiba, PR: UFPR, 2002.

- PERSKY, A. M.; BRAZEAU, G. A. *Clinical pharmacology of the dietary supplement creatine monohydrat.* Pharmacol Rev 53:2161-76, 2001.
  
- TERTUNG, R. L.; CLARKSON, P.; EICHNER, E. R.; GREENHAFF, P. L.; HESPEL, P. J.; ISRAEL, R. G.; KRAEMER, V. J.; MEYER, R. A.; SPRIET, L. L.; TARNOPOLSKY, M. A.; WAGENMAKERS, A. J. e WILLIAMS, M. H. American College of Sports Medicine roundtable. The physiological and health effects of oral creatine supplementation. *Med Sci Sports Exercise*, 32(3), 706-17, 2000.
  
- VOLEK, J. S.; KRAEMER, W. J. *Creatine supplementation: Its effects on human muscular performance and body composition.* J. Strength and Cond. Res. 10(3): 200-210, 1996.
  
- WEINECK, J. *Manual de Treinamento esportivo.* São Paulo, SP: Manole. 1986.
  
- WEINECK, J. *Treinamento ideal.* São Paulo, SP: Manole. 1999.
  
- WILLIAMS, M. H.; KREIDER, R. B.; BRANCH, J. D. *Creatina.* São Paulo, SP: Manole, 2000.
  
- WILLIAMS, M. H.; BRANCH, J. D. *Creatine supplementation and exercise performance.* An update. Journal of the American College of Nutrition, 1998.
  
- WYSS, M.; DAOUK, R. K. *Creatine and Creatine Metabolism.* Physiological Reviews: Copyright, 2000.