



Suplementação de creatina e treinamento de força: alterações na resultante de força máxima dinâmica e variáveis antropométricas em universitários submetidos a oito semanas de treinamento de força (hipertrofia)

Tácito Pessoa de Souza Júnior^{1,4}, João Paulo Dubas³, Benedito Pereira² e Paulo Roberto de Oliveira⁴

RESUMO

Objetivo: Verificar as alterações promovidas pela suplementação de creatina nas variáveis antropométricas e da resultante de força máxima dinâmica (RFMD) em universitários submetidos a oito semanas de treinamento de força. **Metodologia:** Participaram deste estudo, 18 universitários do sexo masculino, com idade entre 19 e 25 anos. Antes do treinamento foram determinadas a estatura (cm), a massa corporal (kg) e testes de ação muscular voluntária máxima dinâmica (1AMVMD), os sujeitos foram assinalados a um dos dois grupos, A (creatina) e B (placebo), foi adotado o protocolo duplo-cego. Após oito semanas de treinamento de força, repetiu-se a bateria de testes do pré-treinamento. **Resultados:** Após oito semanas, verificou-se que tanto no grupo A como no B houve alterações estatisticamente significantes (ES) na RFMD em todos os exercícios ($p = 0,007$ a $0,008$). A análise da melhora percentual e do delta da RFMD, nos exercícios de agachamento, desenvolvimento e supino fechado, mostrou que o grupo A teve alterações positivas ES superiores ao grupo B ($p = 0,008$ a $0,038$). A massa magra aumentou ES somente no grupo A ($p = 0,038$). Contudo, o percentual de gordura corporal não mostrou alterações em nenhum dos grupos. A relação entre a melhora percentual (MP) das circunferências (C) do braço e antebraço e a MP na RFMD do exercício de desenvolvimento foi ES ($r = 0,481$ e $0,546$, respectivamente), bem como entre a MP na C da coxa e na MP da RFMD do exercício de agachamento ($r = 0,619$). **Conclusão:** Independente do suplemento ingerido o treinamento de força foi capaz de induzir ajustes positivos na RFMD; contudo, a suplementação de creatina mostrou-se mais eficiente que o placebo, induzindo a maior aumento percentual e de delta na força.

ABSTRACT

Creatine supplementation and strength training: alterations in the resultant of dynamic maximum strength and anthropometric variables in college students submitted to 8 weeks of strength training (hypertrophy)

Objective: To verify the alterations promoted by creatine supplementation in the anthropometric variables and the resultant of dynamic maximum strength (RDMS) in college students submit-

1. UNIMES-FEFIS – Universidade Metropolitana de Santos – Faculdade de Educação Física.
2. EEFUSP – Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.
3. DBS Stats.
4. UNICAMP-FEF – Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Educação Física.

Aceito em 14/6/07.

Endereço para correspondência: Rua Roberto Sandall, 28, apto. 72 – 11030-530 – Santos, SP. E-mail: tacitojr@terra.com.br

Palavras-chave: Nutrição esportiva. Treinamento físico. Recursos ergogênicos.

Keywords: Sports nutrition. Physical training. Ergogenic aid.

ted to 8 wk of strength training. **Methodology:** The sample consisted of 18 male college students, aged between 19 to 25 years. Height (cm), body mass (kg) and tests of maximum voluntary muscular action (1MVMA) weight in the squat were determined prior to the training. The subjects were divided in two groups: A (creatine) or B (placebo). The double-blind protocol was adopted. After 8 weeks of strength training, the tests battery from the pre-training was repeated. **Results:** After 8 wk of training, it was verified that both groups had statistically significant (SS) alterations in the RDMS in all the exercises ($p = 0.007 / 0.008$). The analysis of the percentile improvement (PI) and the RDMS delta in the squat exercises, military press and close-grip-extensions, showed that group A had positive SS alterations higher than group B ($p = 0.008 / 0.038$). Lean body mass only SS increased in group A ($p = 0.038$). However, the percentage of body fat did not show alterations in none of the groups. The relationship between the PI of the arm and forearm circumferences (C) and the PI in the RDMS of the development exercise was SS ($r = 0.481$ and 0.546 , respectively), as well as between the PI in the thigh C and the PI of the RDMS of the squat exercise ($r = 0.619$). **Conclusion:** Regardless the substance ingested, strength training was able to increase in RDMS; however, creatine supplementation was shown to be more efficient that the placebo, showing higher percentual and delta improvement in strength.

INTRODUÇÃO

Devido ao aumento da comercialização de produtos nutricionais com o objetivo de exercer efeito ergogênico no rendimento desportivo, muitos praticantes de atividade física, em especial os praticantes de musculação, têm-se utilizado dos mesmos para promover o aumento da força e da massa muscular. Assim, encontram-se no mercado, vários suplementos nutricionais, desde aminoácidos até o zinco, que estão sendo comercializados como ergogênicos efetivos para indivíduos fisicamente ativos. Com algumas exceções, tais como a supercompensação de carboidratos (sobrecarga), pesquisas bem elaboradas não atestam efeito ergogênico para a maioria dos suplementos nutricionais quando somados a uma dieta saudável e adequada⁽¹⁻³⁾.

No final dos anos 80 e início dos 90, a suplementação com creatina (Cr) têm sido importante auxílio ergogênico no cenário desportivo mundial, bem como para os praticantes de exercícios resistidos com finalidades de aumento da força e da massa muscular⁽⁴⁻⁵⁾. O sucesso dos corredores e saltadores britânicos no início dos anos 90 foi associado à suplementação com Cr^(3,6-7). Nos dias de hoje, essa prática vem sendo utilizada por muitos atletas com características de força máxima, força explosiva e velocidade, como, por exemplo, entre fisiculturistas, lutadores, ciclistas, jogadores

de futebol americano, nadadores, atletas amadores, profissionais e freqüentadores de academias.

Conforme foi discutido nos trabalhos de Pereira e Souza Junior⁽⁸⁻¹⁰⁾, o termo adaptação não deve ser utilizado para explicar alterações estruturais-funcionais devidas ao treinamento físico, uma vez que estas são reversíveis; sendo assim, adotamos o termo alteração para explicar as modificações ocorridas neste estudo.

Segundo propostas de Phillips⁽¹¹⁾, sustentadas também por Pereira e Souza Júnior^(9-10,12) e Souza Junior *et al.*⁽¹³⁻¹⁴⁾, a utilização correta da terminologia aplicada ao teste de carga máxima seria "Ação Muscular Voluntária Máxima" (AMVM), a qual poderá avaliar a maior força gerada voluntariamente por uma ação muscular voluntária máxima dinâmica (AMVMD) ou estática (AMVME). Embora a terminologia proposta por DeLorme e Watkins⁽¹⁵⁾ seja aceita internacionalmente (1RM), o entendimento para "repetição" estaria indicando mais de uma execução e, por estarmos expressando a máxima ação muscular em um único movimento, utilizaremos neste trabalho a terminologia proposta em questão. Contudo, quando o número de repetições for igual ou superior a dois, utilizaremos a terminologia repetição máxima (RM).

O objetivo deste estudo foi verificar as alterações promovidas nas variáveis antropométricas e na resultante de força máxima dinâmica (RFMD) entre o grupo suplementado com creatina e o grupo placebo, após oito semanas de treinamento de força (hipertrofia).

METODOLOGIA

Sujeitos

Dezoito universitários, com idade de 19 a 25 anos, do sexo masculino, foram voluntários neste estudo. Como requisitos para inclusão no estudo, os indivíduos deveriam: (a) possuir experiência prática de pelo menos um ano com exercícios de sobrecarga, (b) não ser fumante e/ou etilista, (c) não fazer uso de esteróides anabólicos androgênicos ou substâncias similares e (d) não apresentar histórico patológico. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP (Parecer Projeto: nº 260/2005 – CAAE: 0078.0.146.000-05), de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos.

Após assinarem consentimento escrito, foram explicados os objetivos e procedimentos do estudo, bem como os riscos envolvidos nestes. Após a bateria de testes, os sujeitos foram assinalados aleatoriamente a um dos dois grupos do estudo, o grupo creatina (A; n = 09) e o grupo placebo (B; n = 09).

Protocolo de avaliação da resultante da força máxima muscular dinâmica

Os testes de 1AMVMD para os exercícios dos membros superiores e inferiores foram realizados em dias diferentes, a fim de que os voluntários pudessem ter um intervalo de recuperação maior entre os testes.

Teste de 1AMVMD no exercício supino

Para o teste de 1AMVMD realizado no exercício supino (reto e inclinado), os voluntários fizeram um aquecimento prévio e puderam realizar três tentativas (quando não determinada em uma única tentativa) para determinar 1AMVMD. Foi considerada 1AMVMD, quando o voluntário conseguiu repetir um movimento completo, fazendo a flexão do cotovelo, até a barra encostar-se ao tórax e, em seguida, fazendo a extensão do cotovelo até retornar à posição inicial, utilizando sua força máxima voluntária dinâmica, sem ajuda externa (apenas para segurança) do exercício proposto. Caso o voluntário conseguisse repetir mais de uma vez o mesmo movimento, o teste era interrompido e, após cinco minutos de descanso, reiniciado com acréscimo de carga ao exercício.

Teste de 1AMVMD no exercício agachamento

A determinação de 1AMVMD no exercício agachamento foi mensurada com o flexionamento simultâneo dos joelhos, com a barra apoiada nos ombros até atingir o ângulo de 90°. Para segurança dos voluntários, foi colocado um banco atrás do executante, para que o mesmo pudesse flexionar os joelhos até o ângulo proposto e imediatamente voltar à posição inicial, assim que os glúteos tocassem no banco. Foi considerado 1AMVMD quando o executante, utilizando sua força máxima voluntária, conseguia flexionar os joelhos até encostar os glúteos no banco e voltar à posição inicial sem ajuda externa (apenas para segurança).

Teste de 1AMVMD nos exercícios de flexão e extensão dos joelhos

Os demais exercícios para membros inferiores, flexão e extensão dos joelhos, foram realizados com máquinas específicas (cadeira extensora e mesa flexora), sempre com três tentativas para a determinação de 1AMVMD e sempre com cinco minutos de descanso entre as tentativas, caso o teste não tivesse sido determinado em uma única vez.

Teste de 1AMVMD nos exercícios para os ombros

Nos exercícios selecionados para os ombros (desenvolvimento e elevação lateral dos braços), os voluntários foram instruídos para executar 1AMVMD sem o balanceamento do corpo (repetição "roubada"), partindo totalmente da inércia. O teste de 1AMVMD para o desenvolvimento foi realizado da seguinte maneira: a) o voluntário foi ajudado a retirar a barra do solo com auxílio dos avaliadores; b) a barra foi posicionada na parte posterior do deltóide; e c) o voluntário deveria elevar em uma única vez a carga proposta, fazendo a extensão total do cotovelo, sem ajuda externa. Na determinação de 1AMVMD para o exercício elevação lateral dos braços, o executante iniciou o movimento com os halteres colados à coxa, em total inércia, fazendo a abdução dos membros superiores até a altura dos ombros; caso houvesse necessidade de outra tentativa, o procedimento seria realizado conforme descrito anteriormente.

Teste de 1AMVMD para os exercícios de braços (bíceps e tríceps)

Os exercícios denominados "rosca direta" e "rosca alternada", flexão dos cotovelos com elevação dos antebraços em pronação, elevando a barra em direção ao tronco e flexão alternada do cotovelo com elevação do antebraço em pronação com rotação do punho para o exterior, elevando o halter em direção ao ombro, respectivamente, foram realizados também com o movimento partindo da posição inicial, com total ausência de movimento. Para a determinação de 1AMVMD nos exercícios selecionados para o tríceps, extensão do tríceps no *pulley* e supino fechado, respectivamente, os voluntários executaram os seguintes procedimentos: a) tríceps no *pulley*: os voluntários se posicionaram de frente para o aparelho e foram instruídos a fazer 1AMVMD estendendo o cotovelo, segurando a barra com as duas mãos e retornando à posição inicial sem ajuda externa; b) supino fechado: os voluntários iniciaram o exercício, deitados no banco de supino, empunhando a barra com um ligeiro afastamento das mãos (distância entre os polegares), retirando a barra do suporte com auxílio dos avaliadores e fizeram 1AMVMD, flexionando o cotovelo até a barra encostar-se ao tórax e, em seguida, estendendo o cotovelo até a posição inicial sem ajuda externa (apenas para segurança).

Teste de 1AMVMD para os músculos dorsais

Para determinar o valor de 1AMVMD no exercício para os músculos dorsais, realizado no puxador frontal, os voluntários posicionaram-se sentados em frente ao aparelho, empunhando a barra nas suas extremidades com os cotovelos estendidos, e ao comando do

avaliador, realizaram a flexão dos cotovelos, aproximando a barra em direção ao tórax até que a mesma os tocasse, utilizando sua força máxima voluntária dinâmica sem interferência externa. Na determinação de 1AMVMD no exercício remada baixa, os voluntários posicionaram-se sentados no solo, com os joelhos ligeiramente flexionados e os pés apoiados no suporte específico do aparelho, com os cotovelos estendidos e empunhando o triângulo. Ao comando do avaliador, os voluntários fizeram a flexão do cotovelo, juntamente com a extensão do ombro, até encostar o triângulo no tórax, utilizando sua força máxima voluntária dinâmica.

Testes de 1AMVMD para o abdômen

No exercício abdominal (*crunch*), o teste de 1AMVMD foi realizado com os voluntários posicionando-se de frente ao *pulley*, sentados sobre os calcanhares, empunhando o triângulo com os cotovelos fletidos e flexionando a coluna vertebral, até que os cotovelos toquem os joelhos. Em caso de necessidade de outras tentativas, os procedimentos foram iguais aos descritos anteriormente para todos os exercícios.

A determinação da carga de 1AMVMD foi realizada no pré e no pós-treinamento.

Protocolo do treinamento de força

O protocolo de treinamento foi aplicado durante oito semanas, sendo que, durante as duas primeiras semanas (Fase A) o treinamento teve por objetivo proporcionar ajustes neuromusculares nos estudantes, nas seis semanas subseqüentes (Fase B) o treinamento visou o aumento da RFM e massa muscular (hipertrofia).

A programação do treinamento foi realizada em seis sessões por semana, de segunda a sábado. Foram utilizados pesos livres e máquinas, sendo o treinamento supervisionado por um grupo de estudantes especialmente preparados para a função. A Fase A foi constituída por exercícios realizados a 50% de 1AMVMD, com pausa de 120 segundos entre os mesmos (tabela 1 e tabela 2). A Fase B foi composta por exercícios a 80% de 1AMVMD, sendo executadas 4 séries com 8 a 10 repetições tendo 120 segundos de pausa entre as séries e 120 segundos de pausa entre os exercícios de um grupamento muscular para outro (tabela 3, tabela 4, tabela 5), sendo que as pausas foram decrescendo durante as semanas subseqüentes de treinamento, conforme protocolo proposto por Souza Junior^(13-14,16), ilustrado na tabela 6.

TABELA 1
Fase A, treino A realizado às segundas, quartas e sextas-feiras, durante as semanas 1 e 2

Exercício	Carga (%1AMVMD)	Repetições	Séries	Pausa (s)
Supino reto	50	12	3	120
Supino inclinado	50	12	3	120
Puxador frontal	50	12	3	120
Cadeira extensora	50	12	3	120
Agachamento	50	12	3	120
Mesa flexora	50	12	3	120

AMVMD: ação muscular voluntária máxima dinâmica.

TABELA 2
Fase A, treino B realizado às terças, quintas-feiras e sábados, durante as semanas 1 e 2

Exercício	Carga (%1AMVMD)	Repetições	Séries	Pausa (s)
Desenvolvimento frontal	50	12	3	120
Elevação lateral	50	12	3	120
Rosca direta	50	12	3	120
Rosca alternada	50	12	3	120
Extensão de tríceps no <i>pulley</i>	50	12	3	120
Extensão de tríceps com barra	50	12	3	120
Abdominais com sobrecarga	50	20	5	120

AMVMD: ação muscular voluntária máxima dinâmica.

TABELA 3
Fase B, treino A realizado às segundas e quintas-feiras, durante as semanas 3 a 8

Exercício	Carga (%1AMVMD)	Repetições	Séries	Pausa (s)
Supino reto	80	8-10	4	As pausas foram decrescendo
Supino inclinado	80	8-10	4	conforme descrito na tabela 6.
Puxador frontal	80	8-10	4	
Remada baixa	80	8-10	4	

AMVMD: ação muscular voluntária máxima dinâmica.

TABELA 4
Fase B, treino B realizado às terças e sextas-feiras, durante as semanas 3 e 8

Exercício	Carga (%1AMVMD)	Repetições	Séries	Pausa (s)
Desenvolvimento frontal	80	8-10	4	As pausas foram decrescendo
Elevação lateral	80	8-10	4	conforme descrito na tabela 6.
Rosca direta	80	8-10	4	
Rosca alternada	80	8-10	4	
Extensão de tríceps no <i>pulley</i>	80	8-10	4	
Extensão de tríceps com barra	80	8-10	4	

AMVMD: ação muscular voluntária máxima dinâmica.

TABELA 5
Fase B, treino C realizado às quartas-feiras e sábados, durante as semanas 3 a 8

Exercício	Carga (%1AMVMD)	Repetições	Séries	Pausa (s)
Cadeira extensora	80	8-10	4	As pausas foram decrescendo
Agachamento	80	8-10	4	conforme descrito na tabela 6.
Mesa flexora	80	8-10	4	
Abdominais com sobrecarga	50	20	4	

AMVMD: ação muscular voluntária máxima dinâmica.

TABELA 6
Esquema de pausas decrescentes durante a Fase B do treinamento

Semana	Carga (%1AMVMD)	Repetições	Séries	Pausa (s)
3	80	8-10	4	105
4	80	8-10	4	90
5	80	8-10	4	75
6	80	8-10	4	60
7	80	8-10	4	45
8	80	8-10	4	30

AMVMD: ação muscular voluntária máxima dinâmica.

Protocolo de suplementação

Foi aplicado o protocolo proposto por Souza Junior⁽¹⁶⁾, a partir do estudo de Volek *et al.*⁽¹⁷⁾. Durante a 3ª semana de treinamento (Fase B) os sujeitos do grupo A consumiram 30g de creatina monohidratada (CrH₂O) por dia, divididas em cinco doses iguais de 5g em intervalos de 3 a 4 horas, da 4ª a 8ª semana, foram administradas 5g de creatina monohidratada por dia, correspondendo à fase de manutenção. Por sua vez, o grupo B recebeu o mesmo esquema de suplementação, sendo o placebo utilizado a maltodextrina.

A CrH₂O foi gentilmente cedida pela Pro Tech Nutritional Systems do Brasil, enquanto a substância placebo foi adquirida em um estabelecimento comercial do ramo de suplementos nutricionais. As substâncias foram acondicionadas e rotuladas em cápsulas de 0,5g por Pedrosa & Delsin – Farmácia de Manipulação Ltda. Nem os sujeitos nem os pesquisadores, sabiam qual substância estava sendo ingerida até o final do estudo.

Protocolo de mensuração antropométrica

A mensuração antropométrica foi constituída pela determinação da massa corporal, estatura, mensuração de oito dobras cutâneas e oito circunferências. Os procedimentos e materiais adotados são descritos a seguir:

Massa corporal

Para mensuração da massa corporal, utilizou-se uma balança mecânica *Filizola* com escala em 0,1 quilograma. Após a calibração da balança, o avaliado, usando a menor quantidade de roupa possível, posicionou-se em pé, no centro da balança. A leitura foi efetuada quando o cursor da escala atingiu o equilíbrio. A massa corporal foi registrada em quilogramas (kg), com precisão de 100 gramas⁽¹⁸⁾.

Estatura

Para determinação da estatura, foi utilizado um estadiômetro móvel *Sanny*, com escala em 0,1 centímetro (cm). De acordo com Petroski⁽¹⁸⁾, a estatura compreende a distância entre o vértex (ponto mais alto da cabeça) e a planta dos pés, estando a cabeça de acordo com o plano de Frankfurt. O avaliado, descalço ou usando meias finas, posicionou-se em pé, mantendo os calcanhares, a cintura pélvica, a cintura escapular e a região occipital em contato com o estadiômetro; após o avaliado realizar uma inspiração máxima seguida por apnéia, registrou-se a estatura em centímetros, com precisão de 0,1cm.

Dobras cutâneas

Para a mensuração das dobras cutâneas, utilizou-se um adipômetro *Lange*, com escala em 1 milímetro (mm) e pressão constante em 10 gramas por milímetro quadrado (g/mm²). Adotaram-se os procedimentos descritos por Heyward e Stolarczyk⁽¹⁹⁾ para determinação das oito dobras cutâneas: dobra cutânea subescapular, dobra cutânea tricipital, dobra cutânea axilar média, dobra cutânea peitoral, dobra cutânea supra-iliaca, dobra cutânea abdominal, dobra cutânea coxa, e dobra cutânea panturrilha medial, sendo estas medidas no hemitórax direito do avaliado e repetidas três vezes em cada ponto em ordem rotacional.

Circunferências

Para determinação das circunferências, foi utilizada uma fita métrica metálica *Sanny*, com escala em 0,1cm. Foram seguidos os procedimentos apresentados por Heyward e Stolarczyk⁽¹⁹⁾.

Estimativa do percentual de gordura corporal

Para a estimativa da densidade corporal, utilizou-se o somatório de sete dobras cutâneas: subescapular, tricipital, peitoral, axilar média, supra-iliaca, abdominal e coxa. Esse somatório foi empregado na equação desenvolvida por Jackson e Pollock (1978) *apud* Petroski⁽¹⁸⁾.

Após determinar a densidade corporal, utilizou-se a equação de Siri (1961) *apud* Petroski⁽¹⁸⁾, para determinação do percentual de gordura corporal.

Análise estatística

Empregou-se a prova estatística de Shapiro-Wilk, bem como a inspeção dos gráficos de quantis (qq-plot) para determinar se as variáveis dependentes (MC, IMC, RFMD) seguiam ou podiam ser aproximadas pela distribuição normal. Uma vez que tais variáveis não podiam ser aproximadas pela distribuição normal, optou-se por aplicar estatísticas não-paramétricas para descrição e inferência das observações.

Foram calculados os quartis 1, 2 e 3, como indicadores da medida de posição central (quartil 2 ou mediana) e de dispersão (quartis 1 e 3, bem como intervalo interquartil).

Para verificar a significância da diferença entre os grupos A e B, entre pré e pós-treinamento, bem como a interação entre estes

fatores, empregou-se a análise da hipótese não-paramétrica definida por Brunner e Langer⁽²⁰⁾.

A significância estatística foi aceita em $\alpha \leq 0,05$.

RESULTADOS

Alterações morfológicas

Na tabela 7 estão descritas as características antropométricas dos voluntários em cada um dos grupos. De acordo com o descrito nesta tabela, não foram verificadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos A e B, em nenhum dos momentos do treinamento para todas as variáveis antropométricas (MC, S8DC, PGC e MIG). Porém, ao se analisar os efeitos do treinamento e suplemento utilizado, foi possível observar que o grupo que fez uso de CrH₂O apresentou aumentos estatisticamente significativos para MC e MIG, sem alterações significativas no perfil de gordura corporal. Já para o grupo placebo, as alterações observadas nestas variáveis podem estar relacionadas a variações casuais e não a efeitos do treinamento.

TABELA 7
Características antropométricas dos sujeitos dos grupos A e B

Variável	Grupo Placebo		Grupo Creatina	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Idade (anos)	23 (1)	23 (2)	25 (5)	26 (4)
Estatura (cm)	176,1 (8,7)	176,5 (9,0)	178,7 (9,5)	178,5 (10,0)
Massa corporal (kg)	74,6 (9,6)	75,0 (9,8)	71,5 (4,1)	76,0 (7,7)*
S8DC (mm)	91,5 (14,0)	78,0 (12,5)	96,0 (45,5)	108,5 (35,0)
PGC (%)	10,5 (3,2)	9,1 (2,9)	13,0 (6,9)	13,4 (5,6)
MIG (kg)	65,3 (5,6)	67,8 (5,5)	63,5 (7,7)	67,3 (5,6)*

S8DC: somatório de oito dobras cutâneas; PGC: percentual de gordura corporal; MIG: massa isenta de gordura. Os dados são apresentados na forma de mediana (amplitude interquartil).

* indica diferença estatisticamente significativa; P = 0,0040; em relação ao valor de pré-treinamento.

Além do efeito observado na MC e MIG, em função do treinamento para o grupo creatina obteve-se interação significativa entre suplemento e treinamento para estas variáveis, conforme descrito na figura 1 e figura 2. Ao se analisar o efeito do suplemento na alteração absoluta e percentual da MC, verificou-se o grupo creatina obteve alteração significativamente superior àquela obtida pelo grupo placebo. A alteração percentual da MIG foi significativamente superior no grupo creatina em relação ao grupo placebo. Para o PGC e S8DC não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos, tanto para alteração absoluta quanto para alteração percentual.

Alteração na resultante de força máxima dinâmica

A análise da RFMD mostrou que ambos os grupos melhoraram significativamente o perfil de força máxima dinâmica em todos os exercícios (supino reto, supino fechado, rosca direta, desenvolvimento e agachamento). Além disso, não foram observadas diferenças significantes entre os grupos creatina e placebo tanto no pré quanto no pós-treinamento, conforme apresentado na tabela 8.

TABELA 8
Descrição da RFMD para os diferentes exercícios em ambos os grupos

Variável	Grupo Placebo		Grupo Creatina	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Supino reto	92,0 (20,0)	112,0 (24,0)*	82,0 (20,0)	112,0 (30,0)*
Supino fechado	60,0 (14,0)	82,0 (18,0)*	52,0 (10,0)	94,0 (30,0)*
Rosca direta	44,0 (11,0)	58,0 (10,0)*	42,0 (7,0)	60,0 (4,0)*
Desenvolvimento	52,0 (8,0)	68,0 (3,0)*	47,0 (14,0)	70,0 (8,0)*
Agachamento	122,0 (30,0)	150,0 (40,0)*	102,0 (10,0)	152,0 (16,0)*

Os dados são apresentados na forma de mediana (amplitude interquartil). * indica diferença estatisticamente significativa; P = 0,0040; em relação ao valor de pré-treinamento.

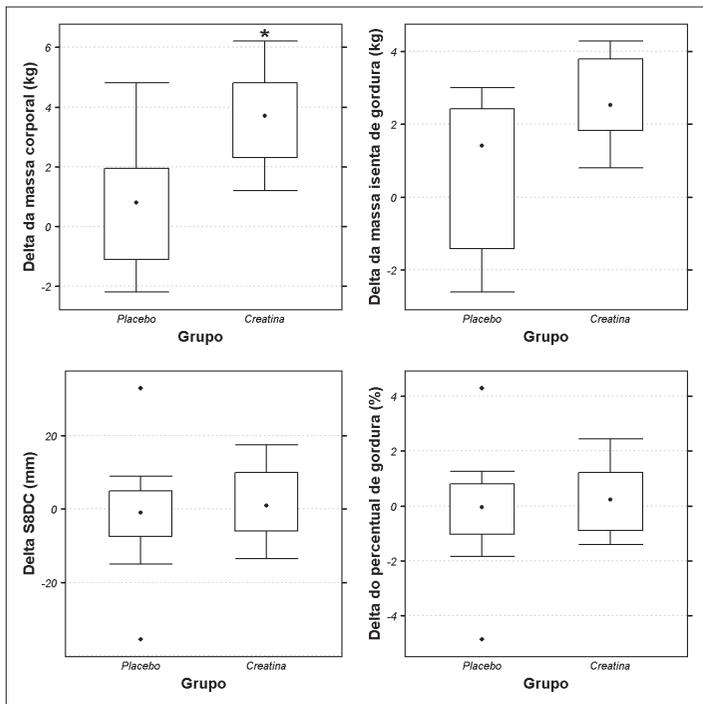


Figura 1 – Descrição da alteração absoluta nas variáveis antropométricas, em ambos os grupos. * indica diferença estatisticamente significante; $P = 0,0083$; em relação ao grupo placebo.

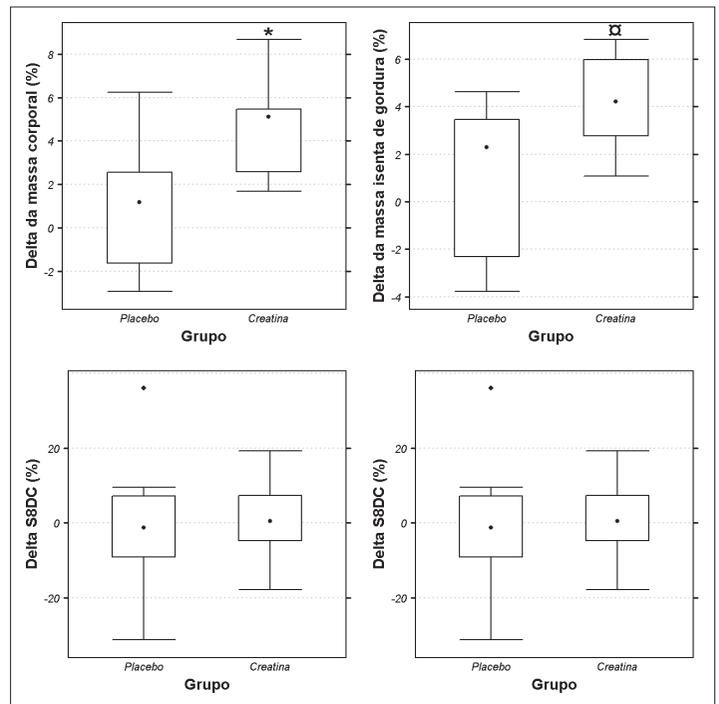


Figura 2 – Descrição da alteração percentual nas variáveis antropométricas, em ambos os grupos. * indica diferença estatisticamente significante; $P = 0,0106$; em relação ao grupo placebo. \square indica diferença estatisticamente significante; $P = 0,0500$; em relação ao grupo placebo.

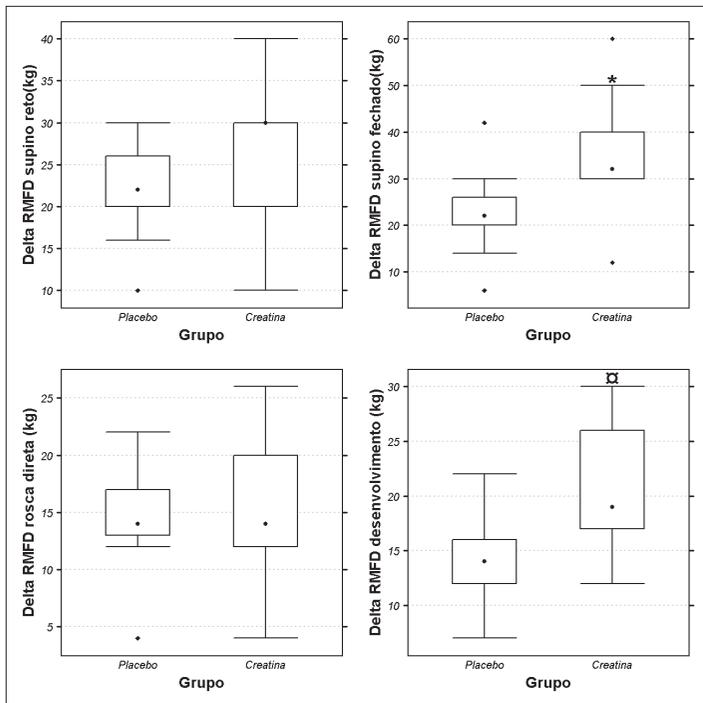


Figura 3 – Descrição da alteração absoluta na resultante de força máxima dinâmica (RFMD), em ambos os grupos. * indica diferença estatisticamente significante; $P = 0,0218$; em relação ao grupo placebo. \square indica diferença estatisticamente significante; $P = 0,0329$; em relação ao grupo placebo. \times indica diferença estatisticamente significante; $P = 0,0143$; em relação ao grupo placebo.

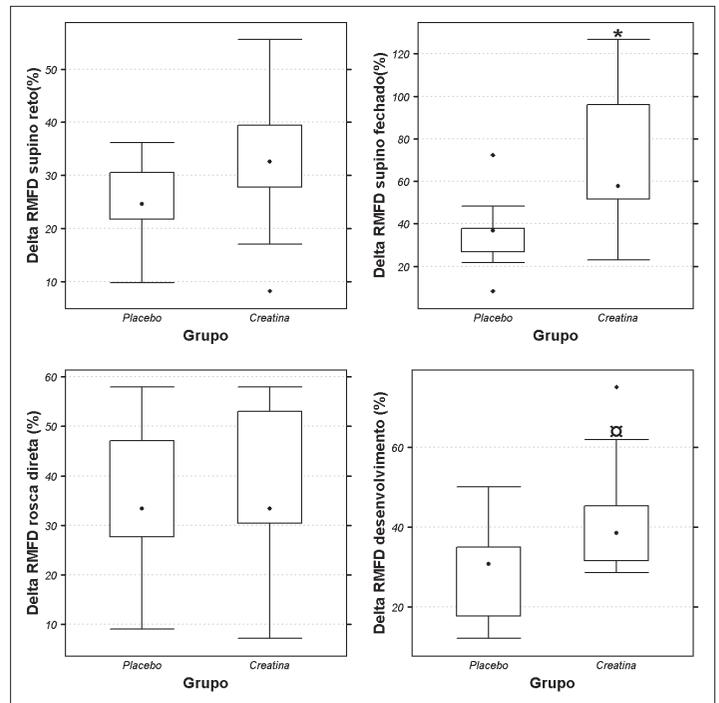


Figura 4 – Descrição da alteração percentual na resultante de força máxima dinâmica (RFMD), em ambos os grupos. * indica diferença estatisticamente significante; $P = 0,0098$; em relação ao grupo placebo. \square indica diferença estatisticamente significante; $P = 0,0376$; em relação ao grupo placebo. \times indica diferença estatisticamente significante; $P = 0,0061$; em relação ao grupo placebo.

Apesar de não se ter obtido diferenças significantes entre os grupos ao se analisar os valores absolutos da RFMD nos diferentes exercícios, a resposta da alteração absoluta e relativa nos exercícios supino fechado, desenvolvimento e agachamento, mostraram que o grupo creatina apresentou alterações significativamente superiores àquelas obtidas no grupo placebo. Porém, nos exercícios de supino reto e rosca direta, não se teve evidência de que as diferenças observadas entre ambos os grupos pudessem ser devidas ao suplemento utilizado (figura 3 e figura 4).

DISCUSSÃO

As alterações, tanto no grupo A (creatina) como no grupo B (placebo) devem-se às modificações dos processos biológicos que ocorrem no organismo quando submetidos ao treinamento de força. Baseando-se, principalmente nos princípios da sobrecarga e especialização, o treinamento físico tem sido freqüentemente organizado de forma a permitir que os estoques de energia do organismo, assim como os processos responsáveis pela sua produção sejam maximizados⁽⁸⁾. Para Viru⁽²¹⁻²²⁾, este fenômeno é conhecido por supercompensação. A imposição de cargas de trabalho, utilizando o protocolo de 80% de 1AMVMD, como demonstrado neste trabalho, permitiu a observação, que independente da suplementação nutricional utilizada como recurso ergogênico, essas alterações positivas ocorrem de maneira significativa. Porém, os resultados deste estudo corroboram com outros^(16,23-28), em que alterações positivas foram encontradas nas variáveis antropométricas (IMC, MC) e no aumento da RFMD, comprovando a teoria de que a suplementação com CrH₂O pode promover alterações fisiológicas e bioquímicas positivas no organismo, causando benefícios morfológicos e consequentemente promover melhoras no rendimento físico e desportivo. Recentes evidências demonstradas por Haussinger e Lang⁽²⁹⁾ e Haussinger *et al.*⁽³⁰⁾ indicam que o aumento do volume celular é modulado por aminoácidos e hormônios que regulam as atividades dos íons transportadores e dos canais iônicos presentes na membrana plasmática, afetando o potencial de membrana ou modulando os substratos que são transportados por dependência de Na⁺. Especificamente, o efeito anabólico do hormônio insulina e o efeito anticatabólico do aminoácido glutamina podem alterar o volume celular. Essa idéia é sustentada pelo fato dos efeitos anabólicos poderem ser quantitativamente minimizados por células hidratadas em ambiente hipoosmótico. De acordo com Kreider⁽²⁴⁾; Ziegenfuss *et al.*⁽³¹⁾; Vandenberghe *et al.*⁽³²⁾; Haussinger *et al.*⁽³⁰⁾; Bessman e Savabi⁽³³⁾ essa alteração pode

ser traduzida como um dos fatores responsáveis pelo aumento da síntese de proteínas (anabolismo) ou pela redução da degradação protéica (catabolismo) ou quando esses mecanismos são observados associados à suplementação com creatina. Confirmando essa teoria, Ingwall⁽³⁴⁾ relatou que a adição de creatina às células musculares esqueléticas incubadas aumenta a síntese de miosina *in vitro*.

Poucos estudos estão disponíveis na literatura, comparando os ganhos de força e hipertrofia nos músculos flexores do cotovelo (bíceps). Os resultados apresentados por Becque *et al.*⁽³⁵⁾, quando avaliaram os flexores do cotovelo pelo teste de 1AMVMD e evidenciaram alterações positivas em ambos os grupos ($p = 001$), tendo o grupo creatina apresentado alteração positiva significativamente mais elevada que o grupo placebo (16,77% contra 6,25%, respectivamente). Vandenberghe *et al.*⁽³²⁾ compararam o torque dos flexores do cotovelo em mulheres saudáveis, porém sedentárias, em cinco séries de 30 repetições máximas voluntárias com dois minutos de intervalo entre as séries, porém não encontraram diferenças significativas entre o grupo creatina e o grupo placebo ($n = 19$). Corroborando com o princípio da especificidade, as alterações positivas provocadas pelo treinamento de força, objetivando a hipertrofia muscular aliada à suplementação com CrH₂O, parecem não demonstrar alterações positivas, quando o treinamento utiliza protocolos de resistência muscular localizada (RML).

CONCLUSÃO

Baseado nos resultados apresentados neste estudo conclui-se que o protocolo de treinamento proposto pode promover alterações positivas na RFMD independente da utilização de qualquer agente ergogênico. Porém, quando aliado à suplementação de creatina as alterações positivas na RFMD, bem como na massa corporal, foram mais significantes em comparação ao grupo placebo.

Sugere-se que em estudos futuros o protocolo utilizado, com pausas decrescentes, seja comparado com outros protocolos com desenhos metodológicos diferentes e que os efeitos da suplementação de creatina sejam verificados em conjunto com a suplementação de carboidratos, utilizando outras tecnologias, como ressonância magnética e, ainda, que os efeitos da suplementação sejam avaliados em nível celular.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Brazilian Society of Sports Medicine: Dietary changes, fluid replacement, food supplements and drugs: demonstration of ergogenic action and potential health risks. *Rev Bras Med Esporte*. 2003;9:43-56.
2. Tarnopolsky MA, Gibala M, Jeukendrup AE, Phillips SM. Nutritional needs of elite endurance athletes. Part I: carbohydrate and fluid requirements. *Eur J Sports Sci*. 2005;5:3-14.
3. Williams MH, Kreider RB, Branch JD. Creatina. São Paulo: Manole; 2000.
4. The American College of Sports Medicine. Roundtable: The physiological and health effects of oral creatine supplementation. *Med Sci Sports Exerc*. 2000; 32:706-17.
5. Mesa JLM, Ruiz JR, Gonzales-Gross MM, Sainz AG, Castillo Garzon MJ. Oral creatine supplementation and skeletal muscle metabolism in physical exercise. *Sports Med*. 2002;32:903-44.
6. Wyss M, Kaddurah-Daouk R. Creatine and creatinine metabolism. *Physiol Rev*. 2000;80:1107-213.
7. Bembem MG, Lamont HS. Creatine supplementation and exercise performance. *Sports Med*. 2005;35:107-25.
8. Pereira B, Souza Junior TP. Dimensões biológicas do treinamento físico. São Paulo: Phorte; 2002.
9. Pereira B, Souza Junior TP. Compreendendo a barreira do rendimento físico. São Paulo: Phorte; 2005a.
10. Pereira B, Souza Junior TP. Adaptação e rendimento físico – considerações biológicas e antropológicas. *Rev Bras Cien Mov*. 2005b;13:145-52.
11. Phillips SM. Short-term training: when do repeated bouts of resistance exercise become training? *Can J Appl Physiol*. 2000;25:185-93.
12. Pereira B, Souza Junior TP. Metabolismo celular e exercício físico. Aspectos bioquímicos e nutricionais. São Paulo: Phorte; 2004.
13. Souza Junior TP, Dubas JP, Pereira B, Oliveira PR. Effect of creatine supplementation in the maximum strength of the bench press exercise in college students after 8 weeks of training. *FIEP Bulletin*. 2005a;75:562-5.
14. Souza Junior TP, Dubas JP, Pereira B, Oliveira PR. The effect of the creatine supplementation in the maximum dynamic strength of the squatting exercises in college students after eight weeks of training. *FIEP Bulletin*. 2005b;75:558-61.
15. DeLorme TL, Watkins A. Techniques of progressive resistance exercise. *Arch Phys Med*. 1948;29:263-73.
16. Souza Junior TP. Suplementação de creatina e treinamento de força: alteração da resultante de força máxima maximum, hipertrofia muscular e variáveis antropométricas. [Dissertação de Mestrado em Ciências do Esporte]. Campinas: Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas; 2002.
17. Volek JS, Duncan ND, Mazzetti SA, Staron RS, Putukian M, Gomez AL, et al. Performance and muscle fiber adaptations to creatine supplementation and heavy resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31:1147-56.

18. Petroski EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos. [Tese de Doutorado em Educação Física]. Santa Maria: Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Santa Maria; 1995.
19. Heyward VH, Stolarczyk LM. Applied body composition assessment. Champaign: Human Kinetics; 1996.
20. Brunner E, Langer F. Nonparametric analysis of ordered categorical data in designs with longitudinal observations and small sample sizes. *Biometrical J.* 2000; 42(6):663-75.
21. Viru A. Mobilization of the possibilities of the athlete's organism: a problem. *J Sports Med Phys Fitness.* 1993; 33:413-25.
22. Viru A. Differences in effects of various training regimes on metabolism of skeletal muscles. *J Sports Med Phys Fitness.* 1994;34:217-27.
23. Volek JS, Kraemer WJ, Bush JA, Boetes M, Incledon T, Clark KL, et al. Creatine supplementation enhances muscular performance during high-intensity resistance exercise. *J Am Diet Assoc.* 1997;97:765-70.
24. Kreider RB, Ferreira M, Wilson M, Grindstaff P, Plisk S, Reinhardy J, et al. Effects of creatine supplementation on body composition strength, and sprint performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:73-82.
25. Green AL, Simpson EJ, Littlewood JJ, MacDonald IA, Greenhaff PL. Carbohydrate ingestion augments creatine retention during creatine feeding in humans. *Acta Physiol Scand.* 1996;158:195-202.
26. Soderlund K, Balsom PD, Ekblom BP. Creatine supplementation and high intensity exercise: influence on performance and muscle metabolism. *Clin Sci.* 1994; 87:120-1.
27. Balsom PD, Ekblom B, Soderlund B, Sjodin B, Hultman E. Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise. *Scand J Med Sci Sports Exerc.* 1993;3:143-9.
28. Birch R, Noble D, Greenhaff PL. The influence of dietary creatine supplementation on performance during repeated bouts of maximal isokinetic cycling in man. *Eur J Appl Physiol.* 1994;69:268-70.
29. Haussinger D, Lang F. Cell volume in the regulation of hepatic function: a mechanism for metabolic control. *Biochem Biophys Acta.* 1991;1071:331-50.
30. Haussinger D, Roth E, Lang F, Gerok W. Cellular hydration state: An important determinant of protein catabolism in health and disease. *Lancet.* 1993;341:1330-2.
31. Ziegenfuss TN, Lowery LM, Lemon PWR. Acute fluid volume changes in men during three days of creatine supplementation. *JEPonline.* 1998;1:1-9. Available at: <http://css.edu/users/tboone2/asep/jan13d.htm>.
32. Vandenberghe KM, Goris M, Van Hecke P, Van Leemputte M, Vangerven L, Hespel P. Long-term creatine intake is beneficial to muscle performance during resistance training. *J Appl Physiol.* 1997;83:2055-63.
33. Bessman SP, Savabi F. The role of the phosphocreatine energy shuttle in exercise and muscle hypertrophy. In: *Biochemistry of Exercise VII.* Champaign, IL: Human Kinetics; 1990. p. 167-77.
34. Ingwall JS, Weiner CD, Morales MF, Davis E, Stockdale FE. Specificity of creatine in the control of muscle protein synthesis. *J Cell Biol.* 1974;63:145-51.
35. Becque MD, Lochmann JD, Melrose DR. Effects of oral creatine supplementation on muscular strength and body composition. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32:654-8.