

Efeito da suplementação de arginina sobre marcadores indiretos de dano muscular induzido pelo exercício de força

Effect of arginine supplementation on indirect markers of muscle damage induced by resistance exercise

BARBOSA WP, MOREIRA A, BACURAU RFP, GOMES RV, CAPITALINI CD, TAVARES LD, AOKI MS. Efeito da suplementação de arginina sobre marcadores indiretos de dano muscular induzido pelo exercício de força. *R. bras. Ci. e Mov* 2018;26(2):78-91.

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da suplementação de arginina (ARG) sobre marcadores indiretos do dano muscular induzido pelo exercício (DMIE). Participaram do estudo 24 jovens universitários do sexo masculino, com experiência mínima de 1 ano em treinamento de força. Os indivíduos foram alocados em 2 grupos, em segundo delineamento experimental duplo-cego: suplementado com 7g de arginina (ARG, n=12) ou suplementado com 7g de placebo (PLA, n=12). O suplemento foi oferecido 30 min antes da realização do protocolo de 10 séries de 10 repetições máximas (RMs) realizadas no supino. Foram aferidas a circunferência torácica, a dor muscular de início tardio (DMIT), por meio da escala visual analógica (EVA), e a carga do teste de uma repetição máxima (1RM) em repouso, 24h, 48h e 72h após a sessão de treinamento (ST). Os resultados foram analisados utilizando o teste de análise de variância (ANOVA de dois fatores), seguido pelo teste de Bonferroni. A DMIT apresentou maior magnitude no PLA, em todos os momentos avaliados após a ST, em comparação ao grupo ARG ($p<0,01$). Foi observado maior decréscimo da produção de força no grupo PLA, em 72h após a ST, comparado ao grupo ARG ($p<0,05$). A suplementação aguda de ARG parece ter atenuado a magnitude da DMIT e acelerado a recuperação da força.

Palabras-clave: treinamento físico, arginina, dor muscular, força muscular

RESUMO: The purpose of this study was to investigate the effect of arginine (ARG) supplementation on indirect markers of exercise-induced muscle damage (EIMD). Twenty-four male graduate students, with a minimum of one year of experience in resistance training participated in the study. The subjects were allocated in 2 groups in a double-blind experimental design: supplemented with 7g of arginine (ARG, n=12) or supplemented with 7g of placebo (PLA, n=12). The dietary supplement was consumed at 30 minutes prior to a protocol of 10 sets of 10 maximum repetitions performed in the bench press. Measurements of thoracic circumference, delayed onset muscle soreness (DOMS) using visual analogue scale (VAS), and one-repetition maximum (1RM) at rest, 24h, 48h and 72h after the training session (TS). The data were analyzed by ANOVA-two way, followed by the Bonferroni test. DOMS presented a greater magnitude for PLA, in all moments evaluated after TS, compared to the ARG group ($p<0.01$). There was a greater decrease in the strength for PLA, at 72h after TS, compared to ARG ($p<0.05$). The acute ARG supplementation seems to attenuate the magnitude of DOMS and accelerate recovery of strength.

Palavras-chave: physical training, arginine, muscle soreness, muscle strength.

Wesley P. Barbosa¹
Alexandre Moreira¹
Reury F. P. Bacurau¹
Rodrigo V. Gomes¹
Carolina D. Capitani¹
Lucas D. Tavares¹
Marcelo S. Aoki¹

¹ Universidade de São Paulo

Recebido: 15/11/2018
Aceito: 10/01/2019

Introdução

O treinamento de força (TF) é capaz de impor elevado estresse mecânico sobre o músculo esquelético, capaz de desencadear alterações estruturais e funcionais¹. Principalmente para iniciantes e, até mesmo, em indivíduos treinados, que mudam sua rotina de treinamento, é comum experimentar a ocorrência do fenômeno conhecido como dano muscular induzido pelo exercício (DMIE). O DMIE se caracteriza por prejuízos na estrutura da fibra muscular, tais como ruptura de alguns sarcômeros, desordem miofibrilar e alargamento das linhas Z. O DMIE é acompanhado de alguns sintomas como: redução na produção de força, desconforto muscular, edema local e alteração da permeabilidade da sarcolema, resultando no aumento de proteínas musculares na circulação²⁻⁵.

O consumo de suplementos nutricionais tem sido uma das estratégias mais utilizadas, tanto para minimizar os sintomas e prejuízos associados ao DMIE, quanto para acelerar a recuperação de sessões de TF⁵. Nesse sentido, alguns estudos com aminoácidos têm reportado resultados promissores^{6,7,8}. Howatson et al.⁶ reportaram diminuição no aumento da atividade da creatina quinase (CK) plasmática, redução na dor muscular de início tardio (DMIT) e atenuação no decréscimo da força isométrica máxima em indivíduos submetidos ao protocolo de treinamento físico intenso, que foram suplementados com aminoácidos de cadeia ramificada (ACR) de forma crônica (10g de ACR, duas vezes ao dia, por 7 dias antes do protocolo de treinamento físico, fase de saturação, e nos 5 dias seguintes, incluindo o dia de treinamento). Já no estudo de Shinomura et al.⁷, foi observada redução da DMIT, atenuação da concentração de mioglobina e menor elevação da elastase (índice de ativação de neutrófilos) após a dose aguda de ACR antes do exercício (100mg/kg de peso, ~5,5g, 15 minutos antes do protocolo de exercício). Alinhado a esses resultados, Waldron et al.⁸ também observaram aceleração da recuperação do nível de força isométrica e potência, bem como, a redução da DMIT, após consumo da dose aguda de ACR (87 mg/kg peso) antes e depois do protocolo de exercício e antes e depois das avaliações realizadas, no curso temporal de 48 pós-exercício. Os resultados reportados por Shinomura et al.⁷ e Waldron et al.⁸ questionam a necessidade de suplementação crônica de ACR antes do protocolo de exercício, a fim de atenuar a magnitude do DMIE. Além da administração de ACR, o uso isolado de leucina também tem sido investigado. Kirby et al.⁹, fazendo uso da suplementação com leucina de forma isolada (250mg/kg de peso antes, durante e após o protocolo de exercício e antes de cada avaliação no período de recuperação), também demonstraram atenuação no decréscimo na força isométrica, em resposta à prática de saltos em profundidade em conjunto com a sessão de TF. Além disso, o metabólito da leucina, denominado Hidroxi-β-Metilburitato (HMβ), vem sendo investigado pelo seu possível papel na redução do DMIE^{10,11}. O HMβ também emerge como possível estratégia para atenuar o DMIE, quando administrado de forma crônica¹⁰, bem como, quando utilizado de forma aguda¹¹.

De modo similar, a suplementação com o aminoácido arginina (ARG) tem sido sugerida como possível estratégia para minimizar os efeitos do DMIE e acelerar a recuperação pós-treinamento. A ARG é a matéria-prima para a síntese endógena de óxido nítrico (NO) que, por sua vez, resultaria no aumento da vasodilatação arterial¹², melhorando a distribuição sanguínea ao músculo ativo durante o exercício. Esse maior aporte de sangue (nutrientes e oxigênio) poderia atenuar fadiga¹³, por meio da maior oferta/utilização de substrato energéticos e mais eficaz remoção de metabólitos que, conseqüentemente, a melhoraria a função contrátil do músculo¹².

Particularmente no TF, a suplementação crônica de ARG influenciou positivamente a composição corporal e promoveu aumento da força máxima e torque isocinético¹⁴⁻¹⁶. Santos et al.¹⁴ observaram redução do índice de fadiga no protocolo de extensão/flexão de joelhos isocinético a 180°/s, utilizando a suplementação crônica de 3g de ARG ao dia, por 15 dias. Em consonância com estes dados, Angeli et al.¹⁵ reportaram aumento na massa magra e maior produção de torque em membros inferiores, após 8 semanas de TF em indivíduos experientes, com a mesma dosagem de ARG (3g). Já

Campbell *et al.*¹⁶, utilizando 6g de ARG em conjunto com 6g de α -cetogluturato, ao final do período de 8 semanas, demonstraram aumento significativo no valor de 1RM, pico de potência e incremento na resistência à fadiga no teste de Wingate.

Apesar do crescente corpo de conhecimento sobre o papel da ARG no TF, até o momento, pouco se conhece sobre os efeitos da suplementação de ARG sobre o DMIE em seres humanos. Em modelo animal, tem sido demonstrado resultados interessantes com esse aminoácido. Por exemplo, Couto *et al.*¹⁷ suplementaram ratos, com 3g/dia de ARG, por infusão durante 7 dias, após dano muscular provocado por alongamento, e reportaram aumento da angiogênese e diminuição na atividade de CK. Em outro estudo, Lomonosova *et al.*¹⁸ descreveram redução de fibras danificadas e maior integridade no sarcolema em ratos. A suplementação com ARG (500 mg/kg de peso) nesse estudo foi administrada com água por 48h de forma contínua antecedente à corrida em declive, com intuito de maximizar o DMIE¹⁸. Em estudos com seres humanos, Kraemer *et al.*¹⁹ e Kraemer *et al.*²⁰, após o uso de um suplemento composto por vários aminoácidos (incluindo 7g de ARG), acompanhado do TF por 12 semanas, descreveram redução da atividade da CK e melhora na função imunológica, respectivamente. Em conjunto, esses estudos prévios^{18,19,20} sugerem possível papel do consumo crônico de ARG sobre a resposta do DMIE.

Entretanto, a literatura ainda carece de estudos que investiguem o papel da suplementação aguda e isolada de ARG, em resposta ao DMIE, em seres humanos. Com base nos trabalhos acima citados, ARG emerge como potencial candidato em termos de estratégia nutricional para minimizar o DMIE. Os efeitos benéficos de outros aminoácidos, consumidos de forma aguda, tem sido reportado anteriormente, fato que reforça a hipótese inicial de que a suplementação aguda com ARG poderia reduzir a magnitude do DMIE. Dada a escassez de estudos sobre o tema, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da suplementação aguda de ARG sobre o DMIE.

Materiais e Métodos

Amostra:

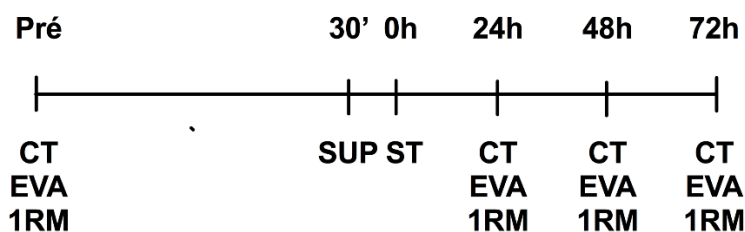
Vinte e quatro (24) jovens universitários do sexo masculino, idade $22,10 \pm 2,75$ anos; altura $179 \pm 0,04$ cm; peso $88,95 \pm 9$ kg; IMC $25,5 \pm 5,65$ kg/m²; 1RM $89,75 \pm 32,3$ no supino reto e com experiência mínima de 12 meses em TF, participaram voluntariamente do estudo, assinando previamente o termo de consentimento livre esclarecido aprovado pelo comitê de ética da Escola de Artes Ciências e Humanidades, Universidade São Paulo (EACH-USP; Parecer número: 1.709.009). Como critério de inclusão os participantes não poderiam ter feito uso de esteróides anabolizantes, ou qualquer suplemento alimentar pelo período mínimo de 6 meses antes e durante o estudo, apresentar problemas de saúde, ou histórico de lesões osteoarticulares. A triagem para os critérios acima foi obtida pessoalmente antes de qualquer teste por meio de questionário, contendo informações sobre o histórico de saúde e experiência no TF. Durante a semana de testes, os voluntários foram instruídos a não realizar nenhum tipo de exercício físico.

Delineamento do estudo

Nos primeiros encontros foram realizadas a familiarização aos testes e procedimentos do estudo, aferida as medidas antropométricas e composição corporal. A partir do valor obtido por meio do teste de 1 repetição máxima (1RM), os indivíduos foram randomizados em 2 grupos para suplementarem de modo duplo-cego com ARG ou com placebo (PLA). A circunferência do tórax, aferição da dor muscular por meio da escala visual analógica, teste de 1RM foram

mesuradas em repouso, em 24h, 48h e 72h após ST. A figura 1 ilustra o delineamento experimental do estudo.

Figura 1. Delineamento experimental do estudo.



CT= circunferência torácica; EVA= escala visual analógica; 1RM= teste de uma repetição máxima; SUP=suplementação: com ARG ou PLA; ST= sessão de treinamento.

Circunferência torácica (CT)

A medida da circunferência do tórax foi realizada no plano horizontal, com uma fita métrica flexível na altura do ápice do processo xifoide, após uma inspiração e expiração normal²¹.

Dor muscular de início tardio (DMIT)

A percepção de dor do músculo peitoral foi aferida por meio da escala visual analógica (EVA, 100mm). A EVA foi selecionada porque é comumente utilizada em pesquisa de dor muscular de início tardio (DMIT)²². A escala consiste em uma linha de 100 mm de comprimento, ancorado à esquerda pelas palavras "sem dor" e à direita com a expressão "dor máxima"²². O mesmo avaliador aplicou pressão com a ponta de dois dedos entre o ponto médio do mamilo e o acrômio, após isto, os voluntários registravam seu nível de dor na EVA.

Teste de 1 RM

Nas 72h antecedentes ao teste de uma repetição máxima (1RM), foi realizada a familiarização ao mesmo. O teste de 1RM foi realizado no exercício supino reto, de acordo com as diretrizes NSCA²³. Após o aquecimento composto por 10 repetições com ~40% do 1RM estimado, 5 repetições com ~70% do 1RM estimado e duas repetições com ~85% do 1RM estimado, foi estipulada a carga que o voluntário conseguiria executar em apenas uma única repetição, utilizando a técnica de amplitude total do movimento, entre cada tentativa foi dado intervalo de 3-5 minutos.

Suplementação nutricional

A suplementação nutricional seguiu o desenho duplo-cego, com a ingestão de uma única dose com 7g de L-ARG, 30 minutos antes da sessão de treinamento (ST) (O'Graal®, Farmácia de Manipulação Profissional LTDA, São Paulo - Brazil). A suplementação com placebo foi composta de 7g de maltodextrina, (O'Graal®, Farmácia de Manipulação Profissional LTDA, São Paulo - Brazil).

Controle Dietético

Os voluntários foram instruídos a preencherem 3 diários alimentares, registrando os alimentos e bebidas ingeridos durante o dia, em medidas caseiras, durante a semana de testes, e uma semana antes, somando 6 dias de registro. Os dados coletados dos registros alimentares preenchidos pelos voluntários durante 6 dias (3 dias na semana de testes, 3 dias na semana anterior), foram calculados em quilocaloria ao dia (kcal/d), macronutrientes e gramas de proteína por quilo (PTN/kg) com auxílio do software *DietWin Professional 3.0*.

Sessão de Treinamento

Após o aquecimento de 12 repetições com 40% de 1RM, os indivíduos realizaram a ST, que consistiu em 10 séries de 10 repetições máximas, com 120 segundos de intervalo entre cada série. Houve ajuste de carga e estímulo verbal para completar as 10RM. Quando houve a necessidade, foi dado auxílio na fase concêntrica do exercício para completar o movimento nas últimas repetições.

Análise Estatística

A normalidade e homogeneidade dos dados foram mensurados utilizando o teste de Shapiro-Wilks. Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando teste de análise de variância (ANOVA-de dois fatores), com medidas repetidas para a comparar os dados em seu curso temporal (pré, 24, 48, e 72h após a ST) e comparar os grupos (ARG e PLA) para as medidas de circunferência, DMIT e 1RM. Quando encontrada diferença significativa, foi aplicado o teste post hoc Bonferroni (Software SPSS). O nível mínimo de significância adotado no presente estudo foi de $p < 0.05$. Os resultados são expressos em média e desvio-padrão

Resultados

Não foi observada diferença significativa em relação ao consumo alimentar dos voluntários nos grupos ARG e PLA ($p > 0,05$), conforme tabela 1.

Tabela 1 - Consumo alimentar dos participantes do grupo ARG e grupo PLA.

Grupo	Momento	kcal/d	CHO (g/d)	LIP (g/d)	PTN (g/d)	PTN g/kg/d
ARG	PRÉ	3068,5 ± 525,1	398,5 ± 76,3	97,6 ± 23,6	107,3 ± 28,2	1,8 ± 0,1
	STF	3195,3 ± 600,4	418,6 ± 92,1	84,3 ± 18,6	110,2 ± 25,4	1,9 ± 0,6
PLA	PRÉ	3150,3 ± 544,2	448,1 ± 82,7	108,6 ± 29,1	109,9 ± 26,3	1,7 ± 0,3
	STF	2998,6 ± 721,5	455,4 ± 88,2	95,7 ± 33,4	106,8 ± 32,1	1,8 ± 0,8

Legenda:

kcal/d = quilocaloria ao dia; CHO= carboidrato; LIP= lipídios; PTN= proteína; g/d= gramas ao dia; g/kg/dia = grama por quilo de peso corporal ao dia. STF = durante a semana do treinamento de força.

Não foi observada diferença significativa na circunferência torácica ao longo do tempo ($F(3,88) = 2,98$, $p > 0,05$) e entre os grupos ($F(1,88) = 8,15$, $p > 0,05$) após a ST. A DMIT apresentou diferença significativa ao longo do tempo no grupo PLA, com aumento significativo após todos os momentos pós-ST, comparado ao momento pré-ST ($F(3,88) = 13,65$, $p < 0,01$). A DMIT apresentou maior magnitude de aumento no grupo PLA, comparado ao ARG, em 24h, 48h e 72h pós-ST ($F(1,88) = 40,92$, $p < 0,01$). Foi verificada diferença significativa para o decréscimo da produção de força, que foi maior para o grupo PLA, comparado ao ARG ($F(1, 88) = 16,54$, $p < 0,029$), somente 72h após a ST.

Figura 2. Circunferência do tórax

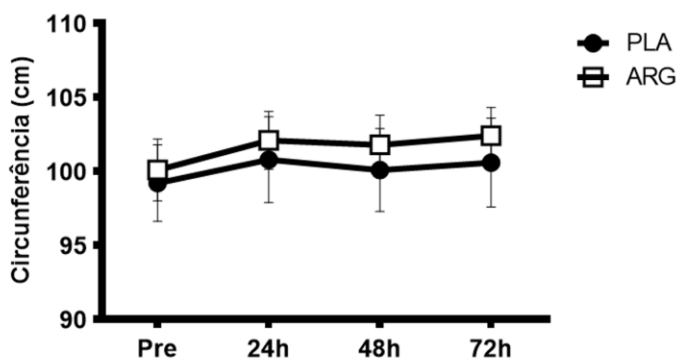
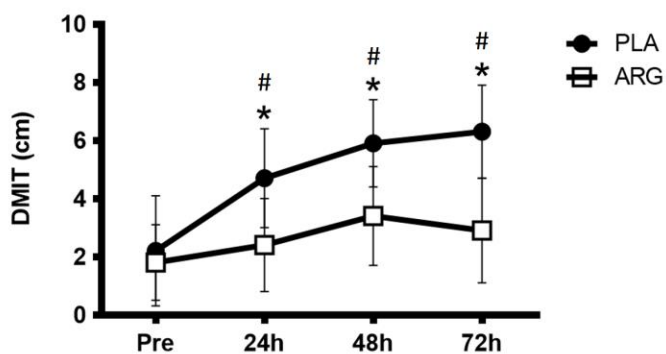
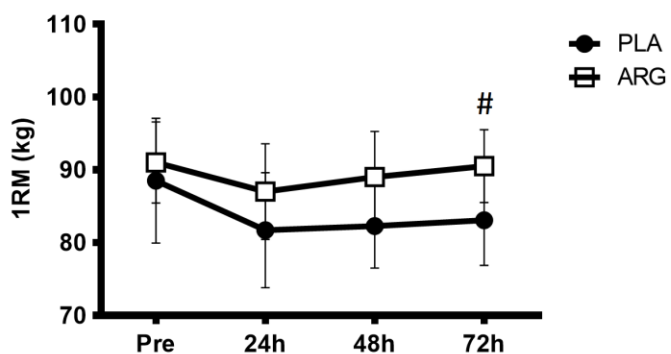


Figura 3. Dor muscular de início Tardio



DMIT: dor muscular de início tardio. * = comparado ao momento pré no grupo PLA, $p < 0,05$; # = comparação entre grupos.

Figura 4. Teste de uma repetição máxima (1RM)



1RM: Teste de uma repetição máxima. # = comparação entre os grupos, $P < 0,05$.

Discussão

O objetivo do estudo foi investigar os efeitos da suplementação aguda com ARG no DMIE em homens experientes em TF. Corroborando a hipótese inicial, o principal achado do presente estudo foi a atenuação da DMIT observada no grupo ARG, em todos os momentos avaliados. Adicionalmente, foi observado a recuperação da força para o grupo ARG, somente no momento 72h após a ST.

Em contraste aos trabalhos anteriores que tiveram como objetivo investigar o efeito de intervenções nutricionais sobre a magnitude do DMIE, sendo realizados em indivíduos inexperientes em TF, com exercícios monoarticulares, unilaterais e ações musculares excêntricas^{6,24}, o protocolo utilizado no presente estudo contou com ações musculares excêntricas e concêntricas, realizadas em exercício multiarticular, por indivíduos experientes em TF. O delineamento experimental adotado no presente estudo aumenta a validade ecológica do mesmo, por refletir situação mais próxima do real. A maioria dos estudos utilizaram indivíduos inexperientes por conta de serem mais suscetíveis ao DMIE, enquanto indivíduos experientes estariam supostamente mais protegidos devido ao mecanismo de adaptação decorrente da progressão do treinamento, fenômeno descrito na literatura como efeito da carga repetida (ECR)²⁵⁻²⁸. Vale destacar que a provável ocorrência do ECR inviabiliza a utilização do delineamento cruzado no presente estudo, uma vez que, a ST prévia poderia minimizar a magnitude do DMIE da ST subsequente.

Diante da crescente popularidade do TF, torna-se ainda mais válido o uso estratégico de intervenções nutricionais com a intenção de acelerar a recuperação muscular, permitindo que os indivíduos treinem com menor decréscimo no desempenho e, última instância, maximizando os resultados. Outro ponto relevante, considerando a aplicação prática, é testar estratégias mais simples, porém eficazes para mitigar o DMIE. A possibilidade de utilizar suplementos nutricionais de forma aguda, como nos estudos de Shinomura *et al.*⁷, Waldron *et al.*⁸, Kirby *et al.*⁹ e Wilson *et al.*¹¹, sem a necessidade de consumo crônico prévio, como no estudo de Howatson *et al.*⁶ ou Van Someren *et al.*¹⁰, é extremamente interessante para atenuar os efeitos deletérios associados ao DMIE.

A circunferência do peitoral avaliada no presente estudo foi utilizada como marcador indireto de inchaço e edema. Ambos grupos não apresentaram diferença significativa em relação ao momento pré-exercício. Vale mencionar que essa medida é menos sensível para detectar alterações decorrente do DMIE²⁹, e poucos estudos que a investigaram junto a uma intervenção nutricional puderam notar diferenças entre tratamentos^{6,9,24}.

Efeitos benéficos na percepção da DMIT com o uso de aminoácidos já foram previamente reportados na literatura⁷⁻⁹. Por exemplo, Shimomura *et al.*⁷ e Waldron *et al.*⁸, utilizando protocolo de suplementação aguda com ACR (100mg/kg de peso, ~5,5g, 15 minutos antes do protocolo de exercício⁷) e (87 mg/kg peso, antes e depois do protocolo de exercício e antes e depois das avaliações realizadas, no curso temporal de 48 pós-exercício¹⁰), respectivamente, reportaram diminuição na DMIT, comparado ao PLA após os protocolos de exercício. Jackman *et al.*³⁰ também observaram redução da DMIT pós-exercício, utilizando 7,3g de ACR, que foram consumidos 30 min antes do exercício, 90 min após o exercício, entre o almoço e o jantar e antes de dormir. No mesmo estudo, ACR foram consumidos nos dias subsequentes, 4 doses foram administradas entre as refeições³⁰.

No presente estudo, o aumento da DMIT ocorreu em maior magnitude no grupo suplementado com PLA, quando comparado ao grupo ARG. De certo, a ocorrência da DMIT apresenta importante limitação para a continuidade do treinamento físico devido ao seu desconforto. Entre diversos mecanismos, a resposta inflamatória, provocada após a

realização do exercício, tem sido apontada como a principal causa para o aumento da DMIT^{3,4}. Essa inflamação decorrente do DMIE poderia estimular a liberação de prostaglandinas E2, ativando nociceptores aferentes do tipo III e IV⁴, que, em última instância, sinalizaria o desconforto muscular. Em um trabalho com seres humanos, Kraemer et al.²⁰ investigaram os efeitos da suplementação com composto de aminoácidos, incluindo 7g de ARG, acompanhando pelo período de 12 semanas de TF, sobre a resposta de algumas citocinas. Os autores reportaram redução das citocinas pró-inflamatórias interleucina-1 β , interferon-gama, em contraste ao aumento na produção de citocina anti-inflamatória interleucina-10 a partir da 6ª semana de TF²⁰, demonstrando melhora na regulação do perfil imunoinflamatório. A atenuação da resposta inflamatória após o consumo de ARG, observada no estudo²⁰, poderia explicar, pelo menos em parte, a redução da DMIT, reportada no presente estudo. Contudo, ainda não existem trabalhos que tenham analisado o efeito da suplementação aguda e isolada com ARG sobre o DMIT para maiores especulações.

Além da redução da DMIT, a suplementação aguda de aminoácidos já foi associada ao menor decréscimo de força e potência após a indução do DMIE^{8,9}. No presente estudo, o grupo PLA apresentou maior redução na produção de força, em 72h após a ST, comparado ao grupo ARG. Ao que se tem registro, apenas um estudo, utilizando ratos, avaliou o desempenho físico com a suplementação de ARG após o DMIE¹⁸. Lomonosova et al.¹⁸, com 500mg de ARG/kg, administrada com água de modo contínuo, por 48h antecedentes ao protocolo de corrida em declive, observaram melhora de 37% no desempenho em corrida, 24h após a realização do exercício comparado ao grupo que realizou a corrida, mas sem o suplemento. Já em seres humanos, alguns estudos com ARG têm reportado aumento na produção de força em longo prazo^{15,16,19}. Não há evidência disponível sobre o efeito da ARG sobre o desempenho de força pós-DMIE. Logo, é necessário avaliar essa questão em estudos futuros, principalmente, a fim de elucidar os possíveis mecanismos envolvidos.

Apesar dos mecanismos ainda não estarem totalmente elucidados, pode-se especular que a suplementação com ARG poderia influenciar na recuperação muscular devido a dois processos: preservação da integridade da fibra muscular e alteração nas respostas inflamatórias^{17,18,19}. O aminoácido ARG é conhecido por seu potencial efeito vasodilatador dependente de NO¹² e tem-se discutido que o aumento na produção de NO possa exercer influência na integridade da fibra muscular a partir da inibição de calpaínas, levando à redução da degradação de proteínas contráteis e estruturais¹⁸. No trabalho de Lomonosova et al.¹⁸, os ratos submetidos à suplementação com ARG, seguido do protocolo para induzir DMIE, apresentaram maior preservação das fibras musculares, diminuindo a proporção de fibras com camada de distrofina danificada, além da redução da expressão do RNAm de μ -calpaína, e da expressão de proteínas da via ubiquitina proteassoma: MurRF-1 e MAFbx.

É importante reconhecer algumas limitações do presente trabalho. Primeiro, não foram utilizados marcadores sanguíneos (atividade da CK, concentração de mioglobina), no entanto, vale ressaltar que a DMIT e a perda de força são marcadores indiretos extremamente utilizados para investigar o DMIE¹⁻⁴. Outro ponto a ser destacado, não foi avaliado o conteúdo de arginina na dieta, entretanto, não foi observada diferença na ingestão proteica entre os grupos experimentais. Por fim, é importante mencionar que o modelo de exercício implementado para causar o DMIE foi pautado na execução de repetições máximas (10RM) e alguns participantes (8 no grupo PLA e 6 no grupo ARG) necessitaram de auxílio mínimo para executar as últimas repetições (a partir da 7ª repetição), nas últimas séries (a partir da 8ª série). No entanto, esse auxílio foi implementado em ambos grupos de maneira similar. Além disso, a percepção subjetiva de esforço, aferida pela escala de BORG (CR-10), após a execução de cada série, não apresentou diferença entre os grupos, variando entre 8 a 10 para todas as séries.

Conclusão

A partir da avaliação dos marcadores indiretos, é possível assumir que a suplementação aguda de ARG utilizada no presente estudo atenuou a magnitude do DMIT após o ST de força. Além disso, a recuperação da força após o DMIE parece ter sido acelerada nos estágios finais da recuperação. Estudos posteriores deverão avaliar outros parâmetros, como: o comportamento de proteínas musculares no sangue, a resposta inflamatória e a produção de NO, para melhor elucidar os prováveis mecanismos envolvendo a suplementação com ARG no DMIE.

Agradecimento

Os autores agradecem o apoio concedido pelo CNPq (Processo número: 306457/2017-2).

Referências

1. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(10): 2857-2872.
2. Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002; 81(11): 52-69.
3. Howatson G, Van Someren KA. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports Med.* 2008; 38(6): 483-503.
4. Connolly DAJ, Sayer SE, McHugh MP. Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res.* 2003; 17(1): 297-308.
5. Souza M, Teixeira VH, Soares J. Dietary strategies to recover from exercise-induced muscle damage. *Int J Food Sci Nutr.* 2014; 65(2) 151-163.
6. Howatson G, Hoad M, Goodall S, Tallent J, Bell PG, French DN. Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study. *J Int Soc Sports Nutr.* 2012; 9(1): 15-20.
7. Shimomura Y, Inaguma A, Watanabe S, Yamamoto Y, Muramatsu Y, Bajjoto GJ, et al. Branched-chain amino acid supplementation before squat exercise and delayed-onset muscle soreness. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2010; 20(3): 236-244.

8. Waldron M, Whelan K, Jeffries O, Burt D, Howe L, Patterson SD. The effects of acute branched-chain amino acid supplementation on recovery from a single bout of hypertrophy exercise in resistance-trained athletes. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2017; 999(7): 1-7.
9. Kirby TJ, Triplett NT, Haines TL, Skinner JW, Fairbrother KR, McBride JM. Effect of leucine supplementation on indices of muscle damage following drop jumps and resistance exercise. *J Amino Acids.* 2012; 42(5): 1987-1996.
10. Van Someren KA, Edwards AJ, Howatson G. Supplementation with beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) and alpha-ketoisocaproic acid (KIC) reduces signs and symptoms of exercise-induced muscle damage in man. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2005; 15(4): 413-424.
11. Wilson JM, Kim JS, Lee SR, Rathmacher JA, Dalmau B, Kingsley JD, et al. Acute and timing effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) on indirect markers of skeletal muscle damage. *Nutr Metab.* 2009; 6(1): 1-8.
12. Alvares TS, Meirelles CM, Bhambhani YN, Paschoalin VMF, Gomes PSC. L-Arginine as a Potential Ergogenic Aid in Healthy Subjects. *Sports Med.* 2011; 41(3): 233-248.
13. Bailey SJ, Winyard PG, Vanhatalo A, Blackwell JR, DiMenna FJ, Wilkerson DP, et al. Acute L-arginine supplementation reduces the O₂ cost of moderate-intensity exercise and enhances high-intensity exercise tolerance. *J Appl Physiol.* 2010; 109(5): 1394-1403.
14. Santos RS, Pacheco MTT, Martins R, Villaverde AB, Giana HE, Baptista F, et al. Study of the effect of oral administration of L-arginine on muscular performance in healthy volunteers: an isokinetic study. *Isokinet Exerc Sci.* 2002; 10(3): 153-158.
15. Angeli G, Barros TLD, Barros DFLD, Lima M. Investigação dos efeitos da suplementação oral de arginina no aumento de força e massa muscular. *Rev Bras Med Esporte.* 2007; 13(2): 129-132.
16. Campbell B, Roberts M, Kerksick C, Wilborn C, Marcello B, Taylor L, et al. Pharmacokinetics, safety, and effects on exercise performance of L-arginine α -ketoglutarate in trained adult men. *Nutrition.* 2006; 22(9): 872-881.
17. Couto LIM, Wuicik WL, Kuhn I, Capriotti JRV, Repka JC. Efeitos da suplementação nutricional com L-arginina no reparo de lesões por estiramento muscular. Estudo experimental em ratos. *Rev Bras Ortop.* 2015; 50(4): 455-461.
18. Lomonosova YN, Shenkman BS, Kalamkarov GR, Kostrominova TY, Nemirovskaya TL. L-arginine

supplementation protects exercise performance and structural integrity of muscle fibers after a single bout of eccentric exercise in rats. *PLoS One*. 2014; 9(4): e94448.

19. Kraemer WJ, Hatfield DL, Volek JS, Fragala MS, Vingren JL, Anderson JM, et al. Effects of amino acids supplement on physiological adaptations to resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 2009; 41(5): 1111-1121.

20. Kraemer WJ, Hatfield DL, Comstock BA, Fragala MS, Davitt PM, Cortis C, et al. Influence of HMB supplementation and resistance training on cytokine responses to resistance exercise. *J Am Coll Nutr*. 2014; 33(4): 247-255.

21. Lohman AF, Roche R, Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1992.

22. Uchida MC, Nosaka K, Ugrinowitsch C, Yamashita A, Martins JE, Moriscot AS, et al. Effect of bench press exercise intensity on muscle soreness and inflammatory mediators. *J Sports Sci*. 2009; 27(5): 499-507.

23. Baechle TR, Earle RW. *Essentials of Strength and Conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008.

24. Paddon-Jones D, Keech A, Jenkins D. Short-term beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation does not reduce symptoms of eccentric muscle damage. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2001; 11(4): 442-450.

25. Nosaka K, Clarkson PM. Muscle damage following repeated bout of high force eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1995; 27(1): 1263-1269.

26. Hyldahl D, Chen T, Nosaka K. Mechanisms and mediators of the skeletal muscle repeated bout effect. *Exerc Sport Sci Rev*. 2017; 45(1): 24-33.

27. Falvo MJ, Schilling BK, Bloomer RJ, Smith WA, Creasy A. Efficacy of prior eccentric exercise in attenuating impaired exercise performance after muscle injury in resistance trained men. *J Strength Cond Res*. 2017; 21(4): 1053-1059.

28. Meneghel AJ, Verlengia R, Crisp AH, Aoki MS, Nosaka K, Da Mota GR, et al. Muscle damage of resistance-trained men after two bouts of eccentric bench press exercise. *J Strength Cond Res*. 2014; 28(10): 2961-2966.

29. Warren GL, Lowe DA, Armstrong RB. Measurement tools used in the study of eccentric contraction–induced injury. *Sports Med.* 1999; 27(1): 43-59.

30. Jackman SR, Witard OC, Jeukendrup AE, Tipton KD. Branched-chain amino acid ingestion can ameliorate soreness from eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42(5): 962-970.