

## UMA SESSÃO DE SALTOS PLIOMÉTRICOS ELEVA A DOR MUSCULAR DE INÍCIO TARDIO POR ATÉ 48 HORAS

Raíssa Costa Sousa<sup>1</sup>, Paulo Vitor Albuquerque Santana<sup>2</sup>  
 Poliane Dutra Alvares<sup>2</sup>, Wanessa Karoline Brito Marques<sup>1</sup>  
 José Guilherme Bottentuit Vieira<sup>1</sup>, Paula Júlia da Costa Chaves<sup>1</sup>  
 Mario Noberto Sevilio de Oliveira Junior<sup>2</sup>, Cristiano Eduardo Veneroso<sup>2</sup>  
 Christian Emmanuel Torres Cabido<sup>2</sup>

### RESUMO

**Introdução:** Os saltos pliométricos são exercícios que envolvem ações musculares rápidas na fase excêntrica seguida imediatamente por uma ação concêntrica e resultam em maior magnitude de dano muscular. Dentre os métodos indiretos para analisar o dano muscular tem-se a mensuração da dor muscular de início tardio (DMIT) por meio de escalas de percepção de dor. **Objetivo:** Analisar o efeito de um protocolo de saltos pliométricos na DMIT em sujeitos fisicamente ativos. **Material e métodos:** Foram avaliados 20 sujeitos do sexo masculino, fisicamente ativos com 18 aos 30 anos de idade, separados aleatoriamente em grupo experimental (n=10) e controle (n=10). Foram mensuradas massa corporal, estatura e dobras cutâneas e foi aplicado o Questionário Internacional de Atividade Física versão curta. Em seguida foi realizado o protocolo de dano muscular e aferido a intensidade da dor pela Escala Visual Analógica. Foi adotado um nível de significância  $p < 0,05$ . **Resultados:** A DMIT do grupo experimental foi maior que o basal e que o grupo controle nos momentos 24h e 48h. **Discussão:** Esses resultados demonstraram que nos momentos 24 e 48h os voluntários ainda não estavam recuperados da sessão proposta. Adicionalmente, apontam para a necessidade de controle da intensidade neste protocolo, pois a duração da DMIT poderia estar relacionada com a altura de queda. **Conclusão:** uma sessão de saltos pliométricos provoca a DMIT em sujeitos fisicamente ativos e que o prazo de 72h foi suficiente para a recuperação total.

**Palavras-chave:** Pliometria. Dano muscular. Ciclo de alongamento-encurtamento.

1-Bacharelado em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão, São Luís-MA, Brasil.

### ABSTRACT

A plyometric jumping session elevates delayed onset muscle soreness up to 48 hours

**Introduction:** Plyometric jumps are exercises that involve fast muscle actions in the eccentric phase followed immediately by a concentric action and result in greater magnitude of muscle damage. Among the indirect methods for analyzing muscle damage is the measurement of delayed onset muscle soreness (DOMS) through pain perception scales. **Objective:** To analyze the effect of a plyometric jumping protocol on the DOMS in physically active subjects. **Material and methods:** Twenty physically active male subjects aged 18 to 30 years old, separated randomly into experimental (n = 10) and control (n = 10) groups. Body mass, height and skinfold thickness were measured, and the short version International Physical Activity Questionnaire was applied. Then the muscle damage protocol was performed, and the pain intensity was measured by the Visual Analog Scale. A significance level of  $p < 0.05$  was adopted. **Results:** The experimental group's DOMS was higher than the baseline and the control group at 24h and 48h. **Discussion:** These results demonstrated that at 24 and 48h the volunteers were not yet recovered from the proposed session. Additionally, they point to the need for intensity control in this protocol, since the duration of the DOMS could be related to the fall height. **Conclusion:** A session of plyometric jumps causes DOMS in physically active subjects and that the time period of 72h was sufficient for full recovery.

**Key words:** Plyometrics. Muscle damage. Stretch-Shortening Cycle.

2-Programa de Pós Graduação, Mestrado em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão, São Luís-MA, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Os saltos pliométricos são exercícios que envolvem ações musculares rápidas na fase excêntrica (fase descendente) seguida imediatamente por uma ação concêntrica (fase ascendente) (Komi e Bosco, 1978).

Essa transição entre as fases exige uma alta produção de força em curtos intervalos de tempo, resultando no aproveitamento de um mecanismo fisiológico conhecido como ciclo alongamento-encurtamento (CAE) (Komi e Nicol, 2010).

O principal objetivo em treinar o CAE é desenvolver a capacidade de gerar potência máxima em um único movimento (Tofas e colaboradores, 2008).

Por esse motivo, a prescrição de exercícios que exigem o CAE é amplamente comum no contexto esportivo e são conhecidos como exercícios pliométricos, ou método de treinamento pliométrico (Cronin e Hansen, 2005).

Durante a fase descendente, a energia mecânica é absorvida e armazenada nos elementos elásticos em série sob a forma de energia potencial elástica (EPE) (Komi e Nicol, 2010).

Na fase seguinte, ascendente, essa energia armazenada é utilizada aumentando a produção de força com um menor custo energético e maior eficiência mecânica (Alexander, 2002).

O armazenamento e o aproveitamento da EPE pelas estruturas passivas do músculo é a principal explicação para melhor eficiência do salto (Hooren e Zolotarjova, 2017).

As ações musculares excêntricas, como as que estão presentes no treinamento com saltos pliométricos, causam maior magnitude de dano e dor muscular, quando comparada aos demais tipos de ação muscular, principalmente em indivíduos que não estão adaptados a esse tipo de treinamento (Clarkson e Hubal, 2002; Komi e Nicol, 2010; Kamandulis e colaboradores, 2012).

Durante essa ação muscular, um menor número de unidades motoras é recrutado para exercer uma quantidade de força e envolve o recrutamento preferencial de unidades motoras de contração rápida, que são fibras mais suscetíveis à ruptura (Komi, 2010; Macaluso e colaboradores, 2012).

Como consequência desse menor número de fibras musculares recrutadas na ação excêntrica, é gerado um elevado estresse mecânico na fibra muscular e uma

maior tensão nas estruturas passivas, como o tecido conjuntivo, desencadeando dano e dor muscular (Alexander, 2002; Jamurtas e colaboradores, 2000; Tricoli, 2001).

Para verificar o dano muscular são utilizados métodos de investigação que são classificados em técnicas diretas (ressonância magnética e biópsia muscular) ou indiretas (dor muscular de início tardio, enzimas musculares, decréscimo da amplitude de movimento etc.) (Impellizzeri e colaboradores, 2008; Chatzinikolaou e colaboradores, 2010; Brancaccio, Lippi e Maffulli, 2010; Kamandulis e colaboradores, 2012).

Em razão da facilidade de coleta e baixo custo, os métodos indiretos são os mais utilizados quando comparado aos métodos diretos (Foschini e colaboradores, 2007).

Dentre as técnicas indiretas para analisar o dano muscular, tem-se a mensuração da dor muscular de início tardio (DMIT), por meio de escalas de percepção de dor (Clarkson e Hubal, 2002), principalmente a escala visual analógica (EVA) (Lewis e colaboradores, 2012).

A EVA pode ter diferentes variações numéricas e estas variações são expressas em uma linha contínua quantificada em milímetros com as extremidades indicando “ausência de dor” e “a pior dor possível”. O indivíduo avaliado é instruído a marcar na linha da EVA o valor ou tamanho relativo à sua percepção de dor com palpação do músculo no momento da aplicação da escala (Lewis e colaboradores, 2012).

Como um resultado do dano muscular, a DMIT é caracterizada como uma sensação de desconforto ou de dor na musculatura esquelética com ou sem palpação do local lesionado. É comum após a prática de exercícios físicos, principalmente com predominância excêntrica (Komi, 2010).

Trabalhos demonstraram que a intensidade do desconforto aumenta nas primeiras 24 horas após a interrupção do exercício e atinge um pico entre 24 e 72 horas (Arazi e colaboradores, 2016; Miyama e Nosaka, 2004).

Visto que os saltos pliométricos induzem o dano muscular e são as fontes de maior percepção de dor muscular (Jamurtas e colaboradores, 2000), é relevante avaliar o comportamento da DMIT dentro do planejamento do treinamento.

Um adequado tempo de recuperação entre as sessões é imprescindível para prevenir lesões, minimizando o aumento do

dano muscular e dos processos inflamatórios desencadeados pelo acúmulo da carga de treinamento (Vanrenterghem e colaboradores, 2017).

Desse modo, a análise do comportamento da DMIT após uma sessão de protocolo de saltos pliométricos é importante para conferir em qual momento o sujeito está apto a um novo esforço físico, minimizando o risco de lesões.

Dessa forma, nossa hipótese é que uma sessão de saltos pliométricos provoca a DMIT em sujeitos fisicamente ativos.

Logo, o objetivo desse estudo foi analisar o efeito de um protocolo de saltos pliométricos na dor muscular de início tardio em sujeitos fisicamente ativos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Considerações Éticas

Este estudo respeitou todas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional da Saúde (Res. 466/2012) envolvendo pesquisas com seres humanos.

Este projeto foi submetido e aprovado (número 1.548.714) pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão. Além de ser submetido e aprovado ao Edital FAPEMA nº40/2015 com o número de solicitação Universal 00754/16.

### Amostra

A amostra foi composta por 20 participantes do sexo masculino, fisicamente ativos com faixa etária compreendendo dos 18 aos 30 anos. Os sujeitos foram selecionados a partir de estudantes do curso de Educação Física da UFMA, por conveniência e formalizaram sua participação nesta pesquisa mediante seu consentimento, assinando um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Para caracterização da amostra (tabela 1) foi realizada a avaliação física onde foram mensuradas massa corporal, estatura e dobras cutâneas e foi aplicado o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) versão curta (Matsudo e colaboradores, 2001) no intuito de avaliar o nível de atividade física dos indivíduos, onde só foram incluídos aqueles classificados como fisicamente ativos.

Como critério os indivíduos não poderiam estar participando de um programa de treinamento físico que envolvesse saltos pliométricos há pelo menos 6 meses e

deveriam apresentar boas condições de saúde.

Os participantes foram orientados não realizar nenhum tipo de exercício físico extenuante na semana anterior ao protocolo de salto e durante a semana de realização dos procedimentos.

### Delineamento Experimental

Foram selecionados vinte sujeitos estudantes do curso de Educação Física da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), sendo divididos aleatoriamente nos grupos experimental (n=10) e controle (n=10).

Após o consentimento e entendimento sobre os objetivos e métodos utilizados nesta pesquisa, os voluntários compareceram ao Laboratório de Fisiologia e Prescrição do Exercício do Maranhão (LAFIPEMA), localizado no Núcleo de Esportes da UFMA, onde neste primeiro dia foi realizada uma avaliação física a fim de determinar suas características físicas, em seguida realizaram a familiarização com os saltos pliométricos.

Em um segundo dia, dois dias após as avaliações iniciais, o indivíduo ao chegar ao laboratório realizou a coleta pré-protocolo, com a escala subjetiva de dor. Em seguida realizou o protocolo de saltos pliométricos.

Nos dias seguintes, nos momentos referentes à recuperação ao protocolo proposto, 24 horas, 48 horas e 72 horas foram realizadas novamente os procedimentos realizados no momento pré-protocolo.

### Composição Corporal

A composição corporal foi realizada a partir das medidas de massa corporal, estatura e dobras cutâneas. Para a realização das medidas de massa corporal e estatura foi utilizada uma balança com estadiômetro da marca (Wellmy@W300) com precisão de 0,5 centímetros para estatura e 0,05 Kg para o peso.

As dobras cutâneas, subescapular, tríceps, bíceps, peitoral, subaxilar, supraílica, abdominal, coxa e perna foram mensuradas utilizando-se um plicômetro da marca (Sanny®), graduado em milímetros, de acordo com o protocolo proposto por (Jackson e Pollock, 1978).

Os valores de cada dobra foram utilizados para a obtenção do somatório das dobras ( $\Sigma$  dobras) e estimativa do percentual de gordura através do software Inforsob® 1.0.



**Figura 1** - Delineamento experimental. EVA, escala visual analógica; SOs, salto sobre obstáculo; SP, Salto em profundidade.

**Tabela 1** - Idade, antropometria e composição corporal dos sujeitos. Os dados são apresentados como média e desvio padrão da média.

	Controle (n=10)	Experimental (n=10)	p valor
Idade (anos)	24,0 ± 3,6	22,5 ± 3,3	0,6
Massa corporal (kg)	75,7 ± 12,0	71,7 ± 11,0	0,7
Estatura (cm)	170,0 ± 7,4	171,1 ± 5,3	0,6
Massa gorda (%)	16,5 ± 5,4	15,5 ± 4,7	0,7
Massa magra (%)	83,4 ± 5,4	84,4 ± 4,7	0,7

### Protocolo de Dano Muscular

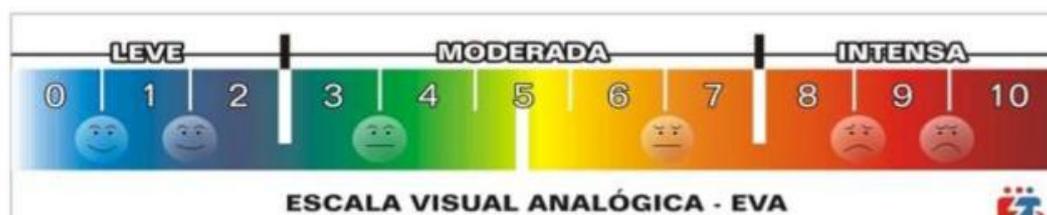
O protocolo de dano muscular proposto foi o mesmo utilizado no estudo de Tofas e colaboradores (2008), a saber: O protocolo constou de um aquecimento em esteira ergométrica (5 minutos, a 8km/h).

Após o período de aquecimento os voluntários iniciaram a execução de saltos: que consistiu em 96 saltos sobre um obstáculo de 50 cm (oito series de doze repetições) e 96 saltos partindo de uma caixa com altura de 50 cm e saltando ao tocar o solo (oito series de doze repetições), com intervalo de noventa segundos entre as séries e três minutos de intervalo entre os dois tipos de saltos.

### Avaliação da Dor Muscular de Início Tardio

A DMIT foi avaliada via Escala Visual Analógica - EVA (figura 2) que consiste em auxiliar na aferição da intensidade da dor do voluntário. É um método subjetivo de percepção da dor tendo sua variação de 0 a 10, onde 0 representa ausência de dor e 10 o máximo de dor sentida (Arazi e colaboradores, 2016).

No presente estudo, foi utilizada para avaliar indiretamente o dano muscular induzido pelo protocolo de exercício e aplicada 24, 48 e 72 horas após o exercício no grupo experimental e controle. O indivíduo escolheu uma nota que mais se apropriasse à sua percepção de dor no momento da avaliação, assim como realizado em estudos anteriores (Tseng e colaboradores, 2016).



**Figura 2** - Escala Visual Analógica - EVA.

## Análise Estatística

Para a caracterização da amostra foi realizada uma estatística descritiva, através do teste t de student. Para os demais dados, foi realizada a normalidade, verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para o dado que apresentou distribuição não normal, a EVA, foi aplicado o teste de Kruska-Wallis, sendo apresentada em mediana, mínimo e máximo, quando encontrado diferenças, utilizou-se o post hoc de Dunn's.

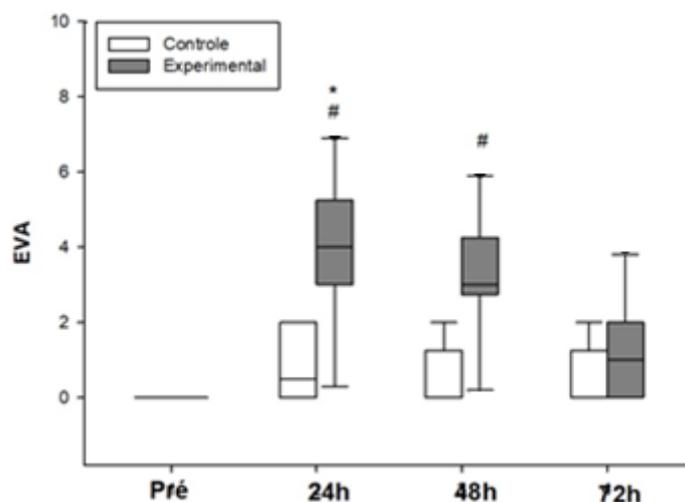
O nível de significância foi fixado em  $p < 0,05$  e o software utilizado para análise dos dados foi o GraphPad® (Prisma 6.0, San Diego, CA, EUA), e o Sigma Plot 11.

## RESULTADOS

A figura 3 representa o comportamento da DMIT avaliada via escala visual analógica. Foi encontrada diferença estatística entre os grupos, nos momentos 24h e 48h ( $p < 0,05$ ).

O grupo experimental apresentou um pico de dor no momento 24h, apresentando uma diferença significativa quando comparado aos momentos basal e 72h ( $p < 0,05$ ), mantendo-se elevado no momento 48h com diferença estatística em relação ao basal ( $p < 0,05$ ).

Não foram detectadas diferenças nos índices de dano muscular no grupo controle.



**Figura 3** - Nível de dor após protocolo. # diferença significativa relação ao pré e entre grupos. \* diferença significativa em relação ao 72h. Diferença estatística estabelecida em ( $p < 0,05$ ). Teste de Kruska Wallis e post hoc de Dunn's.

## DISCUSSÃO

O presente estudo teve por objetivo avaliar por três dias a percepção da DMIT após protocolo de saltos pliométricos. Foi encontrado que a DMIT permaneceu elevada até 48h, o que indica que a realização de uma nova sessão de treinamento poderia ser realizada após esse tempo, oferecendo menor risco de lesão.

A DMIT elevada nos momentos 24h e 48h evidência indiretamente que houve dano muscular após a sessão de treinamento pliométrico proposto (192 saltos), sendo o maior valor encontrado no momento 24h.

Esses achados estão de acordo com os resultados de pesquisas anteriores que

demonstraram que após o exercício pliométrico a DMIT atingiu o pico em 24h (100 saltos) (Arazi e colaboradores, 2016) e 48h (192 saltos) (Tofas e colaboradores, 2008).

A resposta aguda da DMIT após protocolo de saltos pliométricos, nos momentos 24h e 48h, representa à fase inflamatória correspondente ao dano muscular que é induzida principalmente por estresse mecânico desencadeado por ações musculares excêntricas, onde há distúrbios da homeostase do cálcio, infiltração de leucócitos e fagocitose do tecido necrosado (Chatzinikolaou e colaboradores, 2010; Tidu, 2008).

O estudo de Friden e colaboradores (1981), foi um dos primeiros estudos que

forneceram evidências que demonstraram, após repetidas descidas na escada e biópsia do músculo sóleo humano, distúrbios miofibrilares e fluxo da linha Z.

No trabalho realizado por Newham e colaboradores (1983) as amostras de biópsia realizadas 24-48 horas após o exercício mostraram danos maiores do que aquelas feitas imediatamente após o exercício explicando assim o resultado do presente estudo, no qual o produto secundário do dano muscular, a DMIT, permaneceu elevada entre 24-48 horas.

No que se refere à duração da DMIT, esta não foi significativa no presente estudo no momento 72h.

Este resultado contraria estudos anteriores que verificaram uma duração da DMIT de 96h (Miyama e Nosaka, 2004) e 120h (Nosaka e Kuramata, 1991), no músculo quadríceps femoral, após protocolo de saltos em profundidade em caixas de 60 cm e 80 cm, respectivamente.

No presente estudo a altura de queda utilizada foi de 50 cm. É possível que esse seja um fator que explique a diferença na duração DMIT entre o presente estudo e os supracitados (Miyama e Nosaka, 2004; Nosaka e Kuramata, 1991).

Esse raciocínio leva em consideração o fato de a altura de queda ser usada como parâmetro de intensidade no treinamento pliométrico, de forma que maiores alturas de queda poderiam resultar em maior duração da DMIT (Kamandulis e colaboradores, 2012).

Outro fator que pode ter influenciado no resultado foi o controle subjetivo da intensidade no salto em profundidade. No presente estudo, o voluntário foi instruído a saltar sempre o mais alto que conseguisse, todavia não foi utilizado nenhum recurso para garantir que estivessem mantendo o máximo de desempenho.

Com isso, é possível que à medida que entrassem em fadiga, o voluntário reduzisse a altura de salto, gerando assim um menor dano muscular. Uma alternativa seria o controle/monitoramento da altura do salto com rebote e/ou o tempo de contato com o solo por meio da plataforma de força ou tapete de contato (Kamandulis e colaboradores, 2011).

Esses resultados sugerem que há a necessidade de recuperação suficiente entre sessões de treinamento com exercícios pliométricos, principalmente nos momentos 24h e 48h (período de desenvolvimento da inflamação) e que o controle da intensidade

dos saltos pliométricos deve ser levado em consideração, pois a duração da DMIT parece estar relacionado com a da altura de queda, altura do salto, tempo de contato com o solo e amplitude da profundidade do agachamento (amplitude de movimento da articulação do joelho) (Kamandulis e colaboradores, 2011).

Os sintomas de dano muscular são encontrados com frequência durante o treinamento esportivo, particularmente na fase preparatória inicial quando novos exercícios são introduzidos e o volume e a intensidade aumentam, para preparar o atleta para as próximas fases que geralmente envolvem a modulação temporal da carga de treinamento.

O monitoramento da DMIT possibilita efetuar ajustes graduais em resposta às adaptações induzidas pelas sessões de treinamento, reduzindo deste modo às chances de surgimento lesões.

## CONCLUSÃO

Sendo assim, podemos concluir que um protocolo de saltos pliométricos gera DMIT, permanecendo elevada até o momento 48h. O tempo de 72h foi suficiente para os voluntários se recuperarem completamente.

Em vista disso, como uma estratégia de prevenção de lesões, poderia ser necessário reduzir a carga de treinamento caso um novo estímulo seja realizado nos momentos 24 e 48h.

## REFERÊNCIAS

- Alexander, R. M. Tendon elasticity and muscle function. *Comparative Biochemistry and Physiology*. Vol. 133. Num. 4. 2002. p. 1001-1011.
- Arazi, H.; Eston, R.; Asadi, A.; Roozbeh, B.; Zarei, A. S. Type of Ground Surface during Plyometric Training Affects the Severity of Exercise-Induced Muscle Damage. *Sports*. Vol. 15. Num. 4. 2016. p. 1-12.
- Brancaccio, P.; Lippi, G.; Maffulli, N. Biochemical markers of muscular damage. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. Vol. 48. Num. 6. 2010. p. 757-767.
- Chatzinikolaou, A.; Fatouros, I. G.; Gourgoulis, V.; Avloniti, A.; Jamurtas, A. Z.; Nikolaidis, M. G.; Dourodos, I.; Michailidis, Y.; Beneka, A.; Malliou, P.; Tofas, T.; Cheung, K.; Hume, P. A.; Maxwell, L. Delayed onset

muscle soreness. *Sports Medicine*. Vol. 33. Num. 2. 2003. p. 145-164.

5-Clarkson, P.M.; Hubal, M.J. Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. Vol. 81. Num. 11. 2002. p. 52-69.

6-Cronin, J. B.; Hansen, K. T. Strength and power predictors of sports speed. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 19, Num. 2. 2005. p. 349-357.

7-Foschini, D.; Prestes, J.; Charro, M. A. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. *Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano*. Vol. 9. Num. 1. 2007. p. 101-106.

8-Friden, J.; Sjoström, M.; Ekblom, B. A morphological study of delayed muscle soreness. *Experientia*. Vol. 37 Num. 5. 1981. p. 506-507.

9-Hooren, V.; Zolotarjova, J. The Difference Between Countermovement and Squat Jump Performances: A Review of Underlying Mechanisms with Practical Applications. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 31. Num. 7. 2017. p. 2011-2020.

10-Impellizzeri, F. M.; Rampinini, E.; Castagna, C.; Martino, F.; Fiorini, S.; Wisloff, U. Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. *British journal of sports medicine*. Vol. 42. Num. 1. 2008. p. 42-46.

11-Jackson, A. S.; Pollock, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. *British journal of nutrition*. Vol. 40. Num. 3. 1978. p. 497-504.

12-Jamurtas, A. Z.; I. G. Fatouros, P.; Buckenmeyer, E.; Kokkinidis, K.; Taxildaris, A.; Kambas, G. Kyriazis. Effects of plyometric exercise on muscle soreness and plasma creatine kinase levels and its comparison with eccentric and concentric exercise. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 14. Num. 1. 2000. p. 68-74.

13-Kamandulis, S.; Skurvydas, A.; Snieckus, A.; Masiulis, N.; Aagaard, P.; Dargeviciute, G.;

Brazaitis, M. Monitoring markers of muscle damage during a 3-week periodized drop-jump exercise program. *Journal of Sport Sciences*. Vol. 29. Num. 4. 2011. p. 345-353.

14-Kamandulis, S.; Snieckus, A.; Venckunas, T.; Aagaard, P.; Masiulis, N.; Skurvydas, A. Rapid increase in training load affects markers of skeletal muscle damage and mechanical performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 26. Num. 1. 2012. p. 2953-2961.

15-Komi, P. V. From Isolated Actions to True Muscle Function. *The Encyclopaedia of Sports Medicine: Neuromuscular Aspects of Sport Performance*. Vol. 17. 2010. p. 01-14.

16-Komi, P.V.; Bosco, C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and Science in Sports Exercise*. Vol. 10. Num. 4. 1978. p. 261-265.

17-Komi, P. V.; Nicol, C. Stretch-shortening cycle of muscle function. *The Encyclopaedia of Sports Medicine: Neuromuscular Aspects of Sport Performance*. Vol. 18. 2010. p. 15-31.

18-Lewis, P. B.; Ruby, D.; Bush-Joseph, C. A. Muscle soreness and delayed-onset muscle soreness. *Clinics in sports medicine*. Vol. 31. Num. 2. 2012. p. 255-262.

19-Macaluso, F.; Isaacs, A. W.; Myburgh, K. H. Preferential type II muscle fiber damage from plyometric exercise. *Journal of athletic training*. Vol. 47. Num. 4. 2012. p. 414-420.

20-Matsudo, S.; Araújo, T.; Matsudo, V.; Andrade, D.; Andrade, E.; Oliveira, L. C.; Braggion, G. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. Vol. 6. Num. 2. 2001. p. 5-18.

21-Miyama, M.; Nosaka, K. Influence of surface on muscle damage and soreness induced by consecutive drop jumps. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 18. Num. 2. 2004. p. 206-211.

22-Newham, D. J.; Mcphail, G.; Mills, K. R.; Edwards, R. H. Ultrastructural changes after concentric and eccentric contractions of human muscle. *Journal of the Neurological Sciences*. Vol. 61. Num. 1. 1983. p. 109-22.

23-Nosaka, K.; Kuramata, T. Muscle soreness and serum enzyme activity following consecutive drop jumps. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 9. Num. 2. 1991. p. 213-220.

24-Tofas, T.; Jamurtas, A. Z.; Fatouros, I.; Nikolaidis, I.; Koutedakis, Y.; Sinouris, E. A.; Papageorgakopoulou, N.; Theocharis, D. Plyometric exercise increases serum indices of muscle damage and collagen breakdown. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 22. Num. 2. 2008. p. 490-496.

25-Tidu, P. M. Skeletal muscle damage and repair. *Human Kinetics*. Champaign. 2008.

26-Tricolli, V. Mecanismos envolvidos na etiologia da dor muscular tardia. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Vol. 9. Num. 2. 2001. p. 39-44.

27-Tseng, K-W.; Tseng, K.-W.; Lin, M.-J.; Chen, H.-L.; Nosaka, K.; Chen, T. C. Protective effect by maximal isometric contractions against maximal eccentric exercise-induced muscle damage of the knee extensors. *Research in Sports Medicine*. Vol. 24. Num. 3. 2016. p. 228-241.

28-Vanrenterghem, J.; Nedergaard, N. J.; Robinson, M. A.; Drust, B. Training load monitoring in team sports: A novel framework separating physiological and biomechanical load-adaptation pathways. *Sports Medicine*. Vol. 47. Num. 11. 2017. p. 2135-2142.

E-mail dos autores:

raissacostasousa@gmail.com  
santanapaulo25@gmail.com  
po-viola@hotmail.com  
wanessamarques19@gmail.com  
guilhermehottentuit@hotmail.com  
paullajulia1996@gmail.com  
msevilio@hotmail.com  
christiano.veneroso@ufma.br  
christianemmanuel@gmail.com

Autor correspondente:

Raíssa Costa Sousa.  
Rua Duque Bacelar.  
Condomínio Athenas Park 3, bloco 6,  
apartamento 302.  
Alto do Calhau, São Luís, Maranhão, Brasil.  
CEP: 65074-253.

Recebido para publicação 09/12/2019  
Aceito em 29/04/2020

## AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA); Rede de Supermercados Mateus; Secretaria de Estado do Esporte e Lazer (Sedel); Grupo de pesquisa em Exercício Físico: Saúde e Desempenho Humano (ExeF:SDH).