

ORIGINAL PAPER (ARTIGO ORIGINAL)

# EXERCÍCIO EXCÊNTRICO A 130% DE 1RM PROPORCIONA O EFEITO PROTETOR DA CARGA PARA EXERCÍCIOS EM INTENSIDADES MAIS BAIXAS

**ECCENTRIC EXERCISE OF A 130% 1RM PROVIDES THE REPEATED-BOUT EFFECT FOR EXERCISES IN LOWER**

Douglas Sampaio Navarro de Queiroz<sup>1</sup>, Heverton Lima<sup>1</sup>, Mariah Galoza de Azevedo<sup>1</sup>, Alvaro D. Souza<sup>2</sup>, Pierre Augusto-Silva<sup>3;5</sup>, Victor M. Curty<sup>4;5</sup>

1-Universidade Iguazu – UNIG campus V, Itaperuna/RJ, Brasil.

2-Laboratório de Análises Clínicas MedLab, Itaperuna/RJ, Brasil.

3-Faculdade Redentor, Itaperuna/RJ, Brasil.

4-Faculdade Santo Antônio de Pádua – FASAP, Santo Antônio de Pádua/RJ, Brasil.

5-Programa de pós-graduação Stricto Sensu em Bioengenharia, Universidade Camilo Castelo Branco – UNICASTELO, São José dos Campos/SP, Brasil.

## Endereço para correspondência:

Nome: Victor Magalhães Curty

Endereço: Rua Travessa João Gerônimo, nº 80. Bairro Aeroporto

CEP: 28470-000

Cidade: Santo Antônio de Pádua – RJ, Brasil

Tel: (22) 3853 4155

E-mail: victorcurty\_personal@hotmail.com

Submitted for publication: Dec 2012

Accepted for publication: Feb 2013

## RESUMO

QUEIROZ, D. S. N.; LIMA, H.; AZEVEDO, M. G.; SOUZA, A. D.; AUGUSTO-SILVA, P.; CURTY, V. M. Exercício excêntrico a 130% de 1RM proporciona o efeito protetor da carga para exercícios em intensidades mais baixas. *Brazilian Journal of Biomechanics*. v. 7, n. 1, p. 60-69, 2013. O treinamento que utiliza exercícios preferencialmente com ações excêntricas é relatado na literatura como o maior causador de danos na estrutura muscular e um indutor do processo de dor muscular tardia. Em resposta a estes dois processos o músculo sofre adaptações que a protegem da ocorrência de danos em ações posteriores, este fenômeno é chamado de Efeito Protetor da Carga. Este estudo teve como objetivo analisar se a utilização de diferentes cargas entre sessões iria modular o efeito protetor da carga. Foram recrutados 14 indivíduos com pelo menos duas semanas sem realizar treinamento resistido e investigado por meio da análise de creatina quinase (CK), força, dor muscular, circunferência e amplitude de movimento, se uma diferente carga de treinamento excêntrico realizado uma semana após a primeira sessão, iria modular o efeito protetor da carga. Os resultados mostraram que não ocorreu o efeito protetor com a utilização da carga de 75% nas sessões de treinamento, sendo observado apenas com o grupo de 130%, onde a carga de 130% utilizada



na sessão de treinamento modulou a de 75% em todos os marcadores avaliados, mostrando a existência de um mecanismo adaptativo inibitório que protege os músculos danificados de novos danos.

**Palavras-Chaves:** Treinamento de força, dano muscular, adaptação, exercício excêntrico, dor.

#### ABSTRACT

QUEIROZ, D. S. N.; LIMA, H.; AZEVEDO, M. G.; SOUZA, A. D.; AUGUSTO-SILVA, P.; CURTY, V. M. Eccentric exercise of a 130% 1RM provides the repeated-bout effect for exercises in lower. *Brazilian Journal of Biomotricity*. v. 7, n. 1, p. 60-69, 2013. The training uses exercises that preferentially with eccentric actions are reported in the literature as the major cause of damage to the muscle structure and a process of inducing Delayed onset muscle soreness. In response to these two processes suffers muscle adaptations that protect it from damage from occurring in subsequent actions, this phenomenon is called repeated-bout effect. This study aimed to examine whether the use of different loads between sessions would modulate the repeated-bout effect. We recruited 14 subjects with at least two weeks without doing resistance training and investigated through the analysis of creatine kinase (ck), strength, muscle pain, circumference and range of motion, if a different load eccentric training performed one week after the first session, would modulate the repeated-bout effect. The results showed that there was no protective effect by using the load of 75% in the training sessions and is only observed in the group of 130%, where 130% of the load used in the training session modulated to 75% in all markers evaluated, showing the existence of an adaptive inhibitory mechanism that protects the damaged muscles from further damage.

**Key-words:** Strength training, muscle damage, adaptation, eccentric exercise, pain.

#### INTRODUÇÃO

No momento em que o músculo é ativado, ocorrem alterações no seu comprimento em relação ao seu estado de repouso. Durante a ação concêntrica, a fibra muscular é encurtada através da força gerada pelas pontes cruzadas (CAMERON e MACHADO, 2004; PROSKE e ALLEN, 2005) e enquanto a musculatura é alongada, os elementos elásticos agem no músculo gerando uma resistência, esta ação é conhecida como tensão passiva, esta tensão aumenta durante o alongamento e junto com a força ativa contribui com o aumento da geração de força. Os sarcômeros sofrem diversas alterações no seu comprimento em decorrência das ações musculares realizadas, o que causa uma modificação na sobreposição dos miofilamentos e na quantidade de pontes cruzadas ativas em paralelo (NOSAKA e NEWTON, 2002; BARROSO et al., 2005).

Durante esse processo de contração muscular, podem ocorrer danos nas estruturas musculares resultando no rompimento das membranas, sarcolema, túbulos T, miofibrilas, das cabeças de miosina, dos filamentos de actina e das próprias linhas Z, considerado o ponto frágil dessa estrutura, por meio do alto grau de sobrecarga imposto ao sarcômero principalmente nas ações excêntricas, podendo este dano ser potencializado com a maior velocidade de execução das ações excêntricas e o nível de aptidão que o indivíduo se encontra (MACHADO, 2007; MCARDLE et al., 2011).

O alto nível de dano na estrutura muscular induzido pelas ações excêntricas pode provocar na musculatura o que chamamos de dor muscular de início tardio (DMIT). Ela se instala no músculo por meio da realização de movimentos em que não se é acostumado, por volta de 24-48 horas após estes estímulos gerando um grande desconforto nesta musculatura (MACHADO, 2007). Após a musculatura ser danificada ocorre uma migração de leucócitos para o local da lesão, iniciando uma resposta inflamatória e a sensação de dor é observada pelo indivíduo através do estímulo às terminações nervosas livres no músculo, produzida pelo produto da fagocitose dos neutrófilos e macrófagos, como as histaminas, prostaglandinas, cininas e K<sup>+</sup>. A necrose celular, como resultado do influxo de cálcio também é citada como sinalizador dos receptores de dor (CHARRO et al., 2007). Para analisar o grau de dano às fibras musculares algumas proteínas que surgem na corrente sanguínea são analisadas e suas concentrações medidas para investigar este processo. As mais comuns são as proteínas intramusculares creatina cinase (CK), mioglobina (Mb) e lactato desidrogenase (LDH) (NOSAKA e NEWTON, 2002; NOSAKA et al., 2005; MACHADO e WILLARDSON, 2010; MACHADO et al., 2011).



Como medida de proteção ao processo de dano muscular induzido por ações excêntricas, na fase de recuperação nossa estrutura muscular sofre ajustes criando uma proteção para ações seguintes, esses efeitos são chamados de Efeito Protetor da Carga (EPC) (BARROSO et al., 2005; CHEN et al., 2007; FERREIRA et al., 2012). Este fenômeno faz com que o dano à musculatura torne-se significativamente menor quando as sessões de treino com componente excêntrico são repetidas frequentemente (NOSAKA et al., 2001; NOSAKA et al., 2001; AZEVEDO et al., 2012) é descrito que o grau de lesão muscular ocorrido na sessão inicial é que vai mensurar a magnitude deste efeito protetor nas sessões seguintes, fazendo a musculatura se adaptar a estes estímulos (PROSKE e ALLEN, 2005; CHEN et al., 2007; CHEN et al., 2009). Através da correta manipulação de estímulos no treinamento é possível alcançar uma progressão no nível de performance e “enganar” este efeito. Isto acontece com a reparação e a restauração tecidual, seguidas por uma hipercompensação de substratos bioquímicos durante o intervalo entre os esforços de treinamento, elevando assim a capacidade orgânica (NOSAKA et al., 2005; ANTUNES NETO et al., 2007).

Os fatores que delimitarão a ocorrência da supercompensação serão a otimização dos intervalos de recuperação/repouso entre sucessivas sessões de treinamento e a regulação da carga de treinamento em cada atividade programada (ANTUNES NETO et al., 2007; CHEN et al., 2007; MACHADO et al., 2011). Sendo assim, o objetivo deste trabalho é:

- Analisar se a utilização de uma diferente carga na segunda sessão de treinamento excêntrico poderia modular o efeito protetor da carga.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

O estudo teve a participação de 14 voluntários, com idade entre 18 e 30 anos, do sexo masculino, fisicamente ativos, que praticavam musculação há pelo menos seis meses, com frequência mínima de três vezes semanais, eutróficos e que não fazem uso de suplementos e/ou drogas, além de não participarem de outro programa de musculação, senão o proposto pelo estudo, durante sua realização. Os participantes foram informados detalhadamente quanto os objetivos e procedimentos do estudo e logo após assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

### Procedimentos

No dia 1, na primeira semana de pesquisas, os indivíduos foram submetidos a um teste de amplitude articular, teste de percepção da dor na palpação e na extensão, assim como uma coleta sanguínea. Em seguida, foi feito o teste de RM estimado, que consistiu na realização de até 10 repetições máximas com uma carga estimada e os valores da carga calculados através de um programa de computador seguindo o protocolo de Baechle e Earle (2000). A amostra foi dividida de forma contrabalanceada em dois grupos que realizaram duas séries de 30 repetições do exercício rosca direta apenas com a fase excêntrica utilizando o braço não dominante. Um grupo realizou duas séries do exercício com 75% da RM e o outro grupo fez com 130% da RM, na outra semana se inverteu os percentuais de carga dos grupos.

Após a realização dos exercícios os indivíduos foram submetidos novamente ao teste de amplitude articular e de percepção da dor. Os testes de amplitude articular e de percepção da dor foram repetidos após 48 e 96 horas, juntamente com a coleta sanguínea.

Na 2ª semana de pesquisas, foram realizados os mesmos testes da 1ª semana só que os percentuais de carga utilizados para realização do exercício de cada grupo foi invertido, o grupo que fez na 1ª semana com 75%1RM nesta semana fez com 130%1RM e o de 130% fez com 75%. Os testes de percepção subjetiva da dor e de amplitude articular foram feitos como na 1ª semana no dia do exercício, 48h depois e 96h após o exercício.

### Amostras sanguíneas

Aproximadamente 5 ml de sangue venoso foram coletados do antebraço de cada participante. Esta alíquota foi colocada em tubos para ser centrifugada tendo o soro separado para dosagens da enzima CK. A coleta foi realizada por profissional habilitado vinculado a um laboratório da região e nas condições de higiene exigidas pelos órgãos públicos responsáveis. Para dosagem de CK foi utilizado o método espectrofotométrico, que é um procedimento analítico pelo qual se determina a concentração de espécies químicas mediante a absorção de energia radiante (luz) a 340 de comprimento de onda através do ensaio cinético ultravioleta. O aparelho utilizado foi o espectrofotômetro da marca Bio Plus e o kit utilizado foi o LabTest.

### Métodos estatísticos

Foi utilizada a estatística descritiva (médias e desvio padrão) para cada uma das variáveis. Para comparar a idade, peso, estatura e a força dinâmica máxima (1RM) foi utilizado o teste t de Student. Para comparar as variáveis no tempo e entre os grupos foi utilizada análise de variância (ANOVA) e para comparar as diferenças entre os grupos foi utilizado o teste post hoc de Tukey. Como nível de significância foi utilizado  $p < 0,05$ . Para análise dos dados foi utilizado SPSS (versão 17.0, Chicago, USA, 2008).

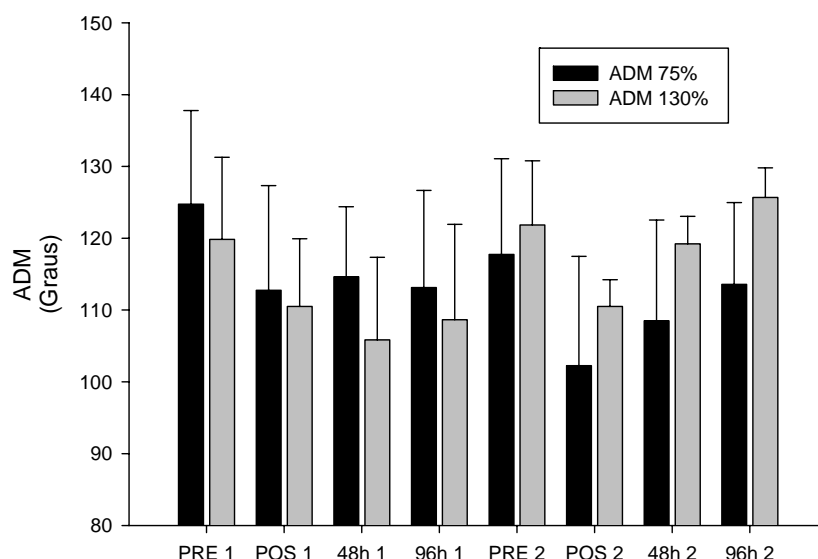
## RESULTADOS

Pode-se observar na tabela 1 que não houve diferença significativa na média entre os grupos de 75% e de 130% que realizaram o teste, tanto na idade, na massa, na estatura e na força, se mostrando um grupo homogêneo.

**Tabela 1** – Características dos sujeitos

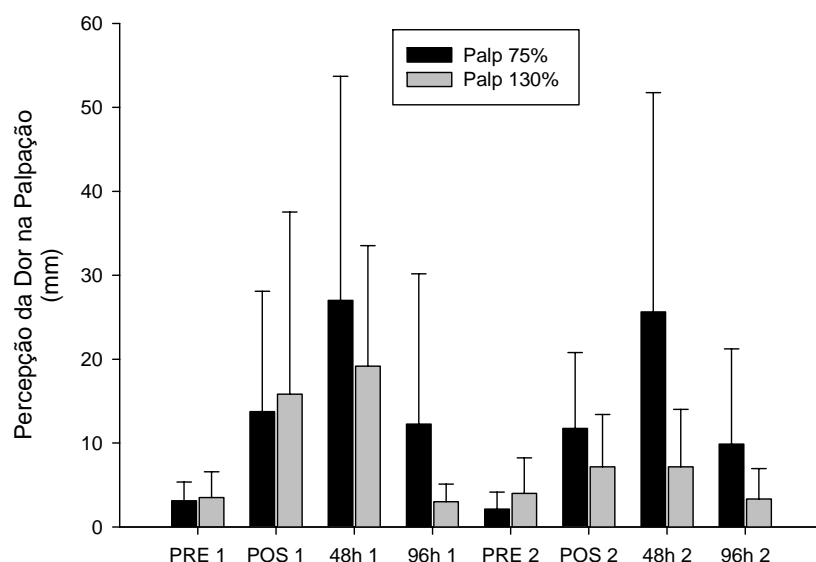
	75%	130%	P
<b>IDADE (Anos)</b>	27,3±8,0	23,5±3,4	0,154
<b>MASSA (Kg)</b>	75,2±3,6	68,2±7,7	0,358
<b>ESTATURA (cm)</b>	174,5±3,6	173,0±7,8	0,120
<b>1RM</b>	14,3±3,0	15,5±3,5	0,247

O gráfico 1 mostra que no grupo de 75% a amplitude de movimento (ADM) diminui no período pós e 96h após o teste na primeira semana, já na segunda semana a ADM teve um decréscimo maior no período pós exercício, pelo fato de nesta semana ter sido realizado uma carga relativa a 130% de 1RM. Após este período nota-se que a ADM foi se restabelecendo até às 96h após o teste. No grupo de 130%, a variação da ADM na primeira semana foi observada entre o período pós e 48h, onde ocorreu uma diminuição e em seguida um leve aumento. Na segunda semana a variação de ADM foi notada apenas no período pós-teste, tendo uma diminuição considerável voltando à sua amplitude normal no período 48h até 96h.



**Gráfico 1** – Variação da Amplitude de Movimento (ADM) nos grupos 75% e 130%.

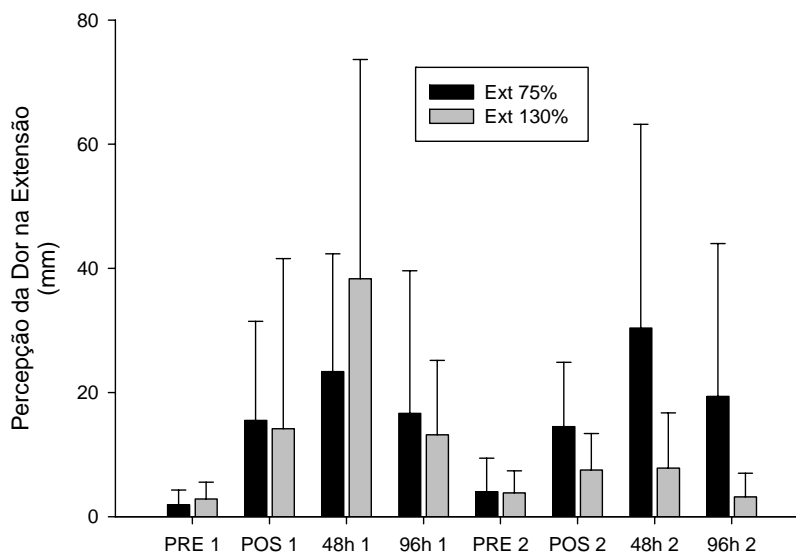
O gráfico 2, apresenta a variação da percepção subjetiva da dor na palpação do bíceps braquial, e mostra que o grupo de 75%, na primeira semana, atingiu o pico 48 horas após o exercício, diminuindo no teste realizado 96 horas após, tendo um resultado muito próximo na segunda semana. Já no grupo de 130%, o pico na segunda semana foi abaixo da primeira, sendo observado aumento da percepção da dor apenas entre o período pós e 48h da primeira sessão de treinamento.



**Gráfico 2** – Variação da percepção subjetiva da dor na palpação do músculo bíceps braquial nos grupos 75% e 130%.

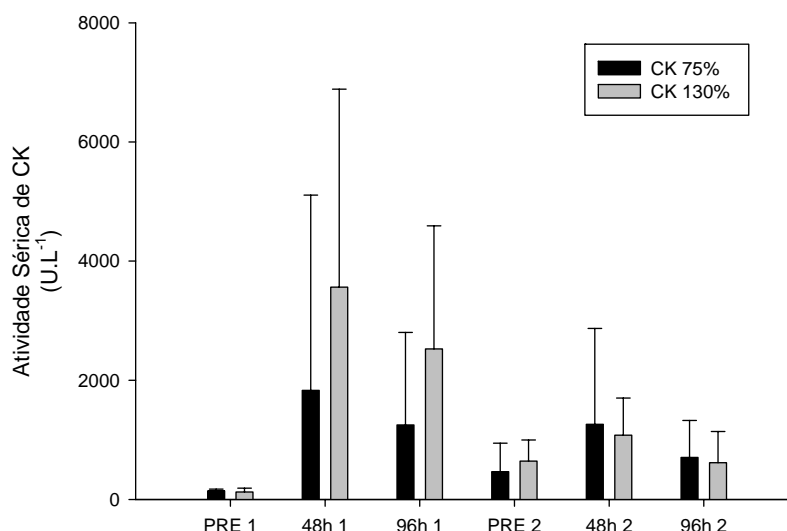
O gráfico 3, apresenta a variação da percepção subjetiva da dor no bíceps braquial durante a extensão do cotovelo, e mostra que o grupo de 75%, apresentou níveis de dor maiores na segunda semana, quando realizaram o exercício com 130% da RM, sendo observado seu pico 48h após o teste, enquanto o grupo de 130% apresentou níveis de dor maiores na primeira

semana, atingindo seu pico 48h pós-teste e na segunda semana os valores não mostraram aumentos significativos.



**Gráfico 3** – Variação da percepção subjetiva da dor no bíceps braquial durante a extensão do cotovelo.

Os valores do gráfico 4 mostram que na primeira semana os sujeitos do grupo de 130% tiveram um grande aumento na liberação plasmática de CK no período de 48 horas, sendo o maior pico na sua concentração sanguínea, ocorrendo uma diminuição da sua liberação logo em seguida. Na segunda semana, a concentração de CK plasmática diminuiu consideravelmente no grupo de 130%, sendo associada esta queda a carga utilizada na semana, referente a 75% de 1RM. Entre o período pré e quarenta e oito horas, foi notado um pequeno aumento da sua liberação sérica e novamente uma diminuição noventa e seis horas depois. No grupo de 75%, nota-se um aumento na liberação de CK no plasma quarenta e oito horas após a realização do teste, sendo o momento de maior atividade no soro, tendo um decréscimo na sua liberação logo em seguida. Na segunda semana, observa-se uma elevação na liberação entre o período pré e quarenta e oito horas após o teste, superando ligeiramente os níveis do grupo de 130% no mesmo período, relacionando o resultado a utilização nesta semana da carga relativa a 130% de 1RM, após as quarenta e oito horas a atividade da enzima diminuiu.



**Gráfico 4** – Variação da atividade sérica de CK nos grupos 75% e 130%.

## DISCUSSÃO

O presente estudo examinou se a utilização de uma diferente carga na segunda sessão de treinamento excêntrico iria modular o efeito protetor da carga (EPC) da primeira semana. Após a apresentação dos resultados, verificou-se que a carga de 130% de 1RM utilizada na primeira sessão de treinamento modulou a carga de 75% usada na segunda sessão de treinamento, conferindo um efeito protetor muscular em todos os marcadores avaliados, não sendo observado com o grupo de 75%, em que a carga de 75% utilizada não modulou a carga de 130%, assim não causando um efeito protetor.

Analisando os estudos de Chen (2003), em que foi avaliado o efeito de uma segunda sessão de exercício excêntrico máximo (MAX2) na lesão muscular nos flexores do cotovelo três dias após a primeira sessão (MAX1), o autor confirmou os resultados do presente estudo no que diz respeito ao EPC, mostrando que depois de realizado a MAX1 mais leve, a realização da MAX2 mais intensa com o músculo ainda estando danificado pela MAX1, não produziu mais danos ou retardou o mesmo, não demonstrando uma mudança acentuada nos níveis plasmáticos de CK em relação a MAX1, indo de encontro aos resultados encontrados neste trabalho, em que a carga mais intensa de 130% utilizada na segunda sessão de treinamentos não aumentou a liberação de CK após a primeira sessão mais leve, indicando desta forma que houve uma adaptação protetora após a primeira sessão de treinamento em ambos os estudos.

Um estudo que apoia os resultados acima foi o de Lavender e Nosaka (2007), no qual descobriram que uma carga inicial mais leve, referente a 10% da força isométrica máxima induziu a uma proteção contra outra sessão mais intensa (40% da força isométrica máxima) realizada dois dias depois, observando nenhum aumento significativo na concentração plasmática de CK após a segunda sessão. Outro estudo que vai de encontro com os autores referidos anteriormente e com o presente estudo foi o de Newton e Nosaka (2002), em que foi investigado se a realização de 3 séries de 10 ações excêntricas dos flexores do cotovelo 2 e 4 dias após a primeira sessão, usando 50% da força isométrica máxima, iria agravar o dano muscular. Os autores puderam notar que não houve diferença significativa na atividade sérica de CK, 2 e 4 dias após a primeira sessão, mostrando mais uma vez que a carga da primeira sessão oferece uma proteção para futuros danos na estrutura muscular.

Chen e Nosaka (2006) investigaram se um segundo exercício excêntrico dos flexores do cotovelo, com uma carga igual e menor, realizado três dias após a primeira sessão, iria exacerbar a lesão muscular e retardar a recuperação. Após os voluntários realizarem a primeira sessão com 30

ações excêntricas (ECC1) com 100% da força isométrica máxima (MIF), eles se dividiram em três grupos, um de 80%, 90% e outro de 100% da MIF, e três dias depois realizaram uma segunda sessão (ECC2). Mudanças nos marcadores de lesões foram medidos até 9 dias após a ECC1 e os resultados mostraram que, independente da intensidade da segunda sessão, não houve diferenças significativas na atividade de CK entre os grupos, nem aumento da lesão muscular e nem retardamento da recuperação, relacionando estes eventos ao EPC e confirmando os resultados do presente estudo, em que a utilização da carga mais leve de 75% na segunda sessão não mostrou aumento nos níveis de CK, nem alteração em qualquer outro marcador avaliado, sendo assim, não modulou a carga de 130%.

Com relação à percepção subjetiva da dor e amplitude articular, no grupo que realizou os exercícios com 130% da RM na primeira semana, os indivíduos apresentaram um nível de dor maior do que o grupo que realizou com 75% da RM na primeira semana. O grupo 75% apontou valores próximos na segunda semana, quando realizaram os exercícios com 130%, porém o grupo 130% mostrou índices muito abaixo na segunda semana. Na amplitude articular, o nível de amplitude apresentou um decréscimo mais elevado quando os exercícios foram realizados com a carga 130% da RM.

Chen (2003) realizou um estudo com 50 atletas em que foi executada uma primeira sessão (ECC2) com 100% da força isométrica máxima, e em seguida dividiu esse grupo em três grupos: 100%, 90% e 80% da força isométrica máxima para realizar uma segunda sessão (ECC2) três dias após e constatou que essas medidas mudaram significativamente após ECC1, no entanto nenhuma diferença significativa entre os grupos foram evidentes para qualquer uma dessas medidas, o que pode ser explicado pela pouca diferença na carga. A ECC1 também alterou significativamente os níveis de dor e amplitude muscular no estudo de Nosaka et al. (2001), onde os indivíduos realizaram o exercício em uma faixa de curta extensão de flexores de cotovelos, porém as medidas diminuíram na segunda sessão realizada 4 semanas após, onde mudou o ângulo de extensão de 50°-100° para 130°-180°.

O efeito protetor na amplitude articular e na dor muscular também pode ser visto no estudo de Lavender e Nosaka (2008), em que 18 indivíduos divididos em dois grupos, o primeiro realizando uma primeira sessão de 10% e dois dias após uma segunda com 40% e o segundo grupo realizou apenas a sessão com 40%. O grupo que realizou a primeira sessão com 10% apresentou níveis menores no que se refere a dor muscular e amplitude de movimento 1-5 e 7 dias após. Os parâmetros de dor e amplitude também foram menores na ECC 2 no estudo de Nosaka e Newton (2002), onde em duas sessões 1-7 dias após, os níveis foram menores na segunda semana mostrando assim, um efeito protetor como nos outros estudos.

## APLICAÇÕES PRÁTICAS

Atualmente tem se buscado respostas confiáveis sobre a realização de sucessivas sessões do treinamento de força bem como sua adaptação para uma nova carga de exercícios. Com a dúvida em relação à aplicação da carga de treino, sendo esta tendo que ser maior ou menor à carga anteriormente aplicada, este estudo objetivou analisar se a utilização de uma diferente carga na segunda sessão de treinamento excêntrico poderia modular o efeito protetor da carga. Com os resultados e a conclusão do presente estudo, podemos entender que uma sessão de treinamento de força com intensidades menores, em relação à sessão anterior, pode apresentar um menor estresse musculoesquelético devido à adaptação provocada por meio da maior intensidade exigida anteriormente. Sendo assim, sessões iniciais com intensidade de 130% de 1RM com exercícios excêntricos proporcionam esse efeito protetor da carga para sessões seguintes com menores intensidades, apresentando uma adaptação positiva sobre o sistema musculoesquelético.



## CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos no presente estudo podemos concluir que uma segunda sessão de treinamento excêntrico realizado uma semana depois, teve o efeito protetor em todos os marcadores avaliados apenas no grupo de 130%, onde a carga referente a 130% modulou a carga de 75% utilizada nas sessões de treinamentos, podendo assim dizer que houve uma adaptação da estrutura muscular a fim de protegê-la de novos danos, o que não foi notado no grupo de 75%, no qual a carga de 75% utilizada não modulou o efeito protetor da carga de 130%.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES NETO, J.M.F.; FERREIRA, D.C.B.G.; REIS, I.C.; CALVI, R.G.; RIVERA, R.J.B. Manutenção de microlesões celulares e respostas adaptativas a longo prazo no treinamento de força. *Brazilian journal of biomotricity*. v. 1, n. 4, p. 87-102, 2007.
- AZEVEDO, M.G.; SOUZA, A.D.; SILVA, P.A.; CURTY, V.M. Correlação entre volume total e marcadores de dano muscular após exercícios excêntricos com diferentes intensidades no efeito protetor da carga. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. v. 6, n. 35, p. 455-464, 2012.
- BAECHLE, T.R.; EARLE, R.W. *Essential of strength training and conditioning*. Champaign: Human Kinetics, 2000.
- BARROSO, R.; TRICOLI, V; UGRINOWITSCH, C. Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas. *Revista brasileira de ciência e movimento*. v. 13, n. 2, p. 111-122, 2005.
- CAMERON, L. C.; MACHADO, M. *Tópicos Avançados em Bioquímica do Exercício*. Rio de Janeiro: Shape editora, 2004.
- CHARRO, M. A.; FOSCHINI, D.; PRESTES, J. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. São Paulo, v. 9, n. 1, p. 101-106, 2007.
- CHEN, T. C. Effects of a second bout of maximal eccentric exercise on muscle damage and electromyographic activity. *European Journal of Applied Physiology*. Taipei, v. 89, n. s/n, p. 115-121, 2003.
- CHEN, T. C.; CHEN, H-L.; LIN, M. J.; LIU, C-J.; NOSAKA, K. Potent protective effect conferred by four bouts of low intensity eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 43, p. 1004-1012, 2009.
- CHEN, T. C.; NOSAKA, K. Responses of elbow flexors to two strenuous Eccentric exercise bouts separated by three days. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Chiayi County, v. 20, n.1, p. 108–116, 2006.
- CHEN, T. C.; NOSAKA, K.; SACCO, P. Intensity of eccentric exercise, shift of optimum angle, and the magnitude of repeated bout effect Intensity of eccentric exercise, shift of optimum angle. *Journal Applied Physiology*, v. 102, p. 992-999, 2007.
- FERREIRA, L ; PEREIRA, R.; HACKNEY, A.C.; MACHADO, M. Repeated Bout Effect and cross-transfer: evidence of dominance influence. *Journal of Sports Science and Medicine*, v. 11, p. 773-774, 2012.

- LAVENDER, A. P.; NOSAKA, K. A light load eccentric exercise confers protection against a subsequent bout of more. *Journal of Science and Medicine in Sport* demanding eccentric exercise. Adelaide, v. 11, n. 3, p. 291-298, 2008.
- MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. *Fisiologia do exercício energia, nutrição e desempenho humano*. 7ª edição, Rio de Janeiro: Guanabara-koogan, 2011.
- MACHADO, M. O papel dos micro-traumas e das células satélites na plasticidade muscular. *Arquivos em movimento*. v. 3, n. 1, p. 103-117, 2007.
- MACHADO, M.; WILLARDSON, J. M. Short Recovery Augments Magnitude of Muscle Damage in High Responders. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 42, p. 1370-1374, 2010.
- MACHADO, M.; KOCH, A. J.; WILLARDSON, J. M.; PEREIRA, L. S.; CARDOSO, M. I.; MOTTA, M. K. S.; PEREIRA, R.; MONTEIRO, A. N. Effect of varying rest intervals between sets on creatine kinase and lactate dehydrogenase responses. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v. 25, p. 1339-1345, 2011.
- NEWTON, M.; NOSAKA, K. Is recovery from muscle damage retarded by a subsequent bout of eccentric exercise inducing larger decreases in force? *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 5, n. 3, p. 204-218, 2002.
- NOSAKA, K.; NEWTON, M. Repeated eccentric exercise bouts do not exacerbate muscle damage and repair. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v. 16, n. 1, p. 117-122, 2002.
- NOSAKA, K.; NEWTON, M.; SACCO, P.; CHAPMAN, D.; LAVENDER, A. Partial protection against muscle damage by eccentric actions at short muscle lengths. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v. 37, n. 5, p. 746-753, 2005.
- NOSAKA, K.; SAKAMOTO, K.; NEWTON, M.; SACCO, P. How long does the protective effect on eccentric exercise-induced muscle damage last? *Medicine and science in sports and exercise*. v. 33, n. 9, p. 1490-1495, 2001.
- PROSKE, U.; ALLEN, T. J. Damage to skeletal muscle from eccentric exercise. *Exercise and Sports Science Review*, v. 33, n. 2, p. 98-104, 2005.
- TRICOLI, V. Mecanismos envolvidos na etiologia da dor muscular tardia. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Brasília, v. 9, n. 2, p. 39-44, 2001.