

EFEITO DE DIFERENTES INTENSIDADES DO EXERCÍCIO ANTAGONISTA NO DESEMPENHO DE REPETIÇÕES DOS AGONISTAS EM SÉRIES PAREADAS

Felipe M. Sinder^{1,2}, Gustavo S. Neves^{1,2}, Paolo V. Sirieiro^{1,2,3}, Humberto Miranda^{1,2,3}

Resumo: O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito agudo de diferentes intensidades em séries pareadas agonistas e antagonistas sobre o desempenho de repetições máximas. Participaram de estudo, 12 homens recreacionalmente treinados (idade: 25.83 ± 3.43 anos; peso: 76.33 ± 5.58 kg; altura 1.72 ± 0.04 metros; IMC: 25.95 ± 1.34 kg/m²). Os procedimentos foram separados em cinco sessões: o primeiro encontro constou de anamnese, medidas antropométricas e teste de 10 repetições máximas (RM) nos exercícios rosca bíceps supinada com barra (RB) e tríceps no pulley (TP). Nos demais encontros, os participantes executaram o máximo de repetições no RB com 80% da carga de 10RM após realizarem, de maneira aleatória e em dias separados, um dos 4 protocolos de diferentes intensidades na musculatura antagonista (TP): Protocolo controle (PC), 10 repetições com 40% de 10RM (P40), 10 repetições com 60% de 10RM (P60) e 10 repetições com 80% de 10RM (P80). Para a análise estatística foi realizada uma ANOVA de medidas repetidas e o nível de significância adotado foi de $p < 0.05$. Os resultados demonstraram que maiores intensidades (P60 = 15.83 ± 0.94 repetições e P80 = 16.42 ± 0.79 repetições) possibilitaram um aumento significativo ($p < 0.05$) no desempenho de repetições quando comparado ao PC (14.83 ± 0.72 repetições). Além disso, P80 foi também superior ao P40 (15.25 ± 0.97 repetições, $p = 0.00$), mostrando existir uma dosagem mínima (60% de 10RM) para a melhora de desempenho no método pareado agonista e antagonista.

Palavras-chave: dosagem mínima; pré fadiga; repetições máximas; membros superiores.

Afiliação

¹Escola de Educação Física e Desportos, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil; ²Pós-graduação em Musculação e Treinamento de Força – Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil; ³LADTEF - Laboratório de Desempenho, Treinamento e Exercício Físico, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

EFFECT OF DIFFERENT INTENSITIES OF ANTAGONIST EXERCISE ON AGONIST REPETITIONS PERFORMANCE IN PAIRED SERIES

Abstract: The aim of the present study was to verify the acute effect of different intensities of paired agonist and antagonist series on the performance of maximum repetitions. Twelve recreational trained men participated in the study (age: 25.83 ± 3.43 years; weight: 76.33 ± 5.58 kg; height 1.72 ± 0.04 meters; IMC: 25.95 ± 1.34 kg/m²). The experimental procedure took place over five sessions: the first consisted of anamnesis, anthropometric measurements and a test of 10 maximum repetitions (RM) in the barbell curved supine (RB) and triceps pulley (TP) exercises. In other meetings, the participants performed maximum repetitions in the RB with 80% of the 10RM load after performing, in random order and on separate days, one of the 4 protocols of different intensities in the antagonist musculature (TP): Control protocol (PC), 10 repetitions with 40% of 10RM (P40), 10 repetitions with 60% of 10RM (P60) and 10 repetitions with 80% of 10RM (P80). For the statistical analysis, an ANOVA was performed and the level of significance adopted was $p < 0.05$. The results showed that higher intensities (P60 = 15.83 ± 0.94 repetitions e P80 = 16.42 ± 0.79 repetitions) enabled a significant increase in repetition performance when compared to CP (14.83 ± 0.72 repetitions). In addition, P80 was also superior to P40 (15.25 ± 0.97 repetitions, $p = 0.00$), showing that there is a minimum dosage (60% of 10RM) to improve performance in the paired agonist and antagonist method.

Key words: minimum dosage; pre-fatigue; maximum repetitions; upper limbs.

Introdução

Os métodos de treinamento são caracterizados pela manipulação de suas variáveis (intervalo, ordem dos exercícios, séries, repetições), os quais, diferentes objetivos e respostas são observadas. Combinar exercícios com musculaturas antagonistas, por exemplo, podem beneficiar a eficiência do treinamento produzindo maior volume de treino em menor tempo, bem como induzir maior fadiga.^{1,2}

O método pareado agonista antagonista (PAA), ou seja, pares de exercícios agonistas e antagonistas executados de maneira alternada, tem se mostrado eficiente no desenvolvimento da força³ e no aumento do volume de repetições e do volume de treinamento (VT - número de repetições x carga externa)¹. Além disso, a possível maior vantagem do método PAA está na eficiência do treinamento (VT/tempo da duração da sessão), que seria o trabalho realizado por unidade de tempo⁴. Nesse sentido, Paz et al.⁴ observaram as respostas do volume de repetições, em 15 indivíduos treinados, de uma sessão de treinamento composto por 6 exercícios realizados de maneira tradicional e alternando agonista/antagonista em 4 diferentes intervalos (30, 60, 90 e 120s). A maior eficiência do treinamento ($\text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$) foi verificada em intervalos curtos ($p < 0.05$), uma vez que o tempo da sessão levou quase metade do tempo gasto (60s = 28.5 ± 4.1 vs. 120s = 47.5 ± 3.4 minutos) e com mesmo volume de treinamento (60s = 6755.6 ± 1398.5 vs. 120s = 7463 ± 1310 Kg, $p > 0.05$).

Alguns possíveis mecanismos são utilizados para explicar a influência do músculo antagonista no agonista como a coativação⁵. A ativação concorrente entre agonistas e antagonistas poderiam levar a diminuição da fase de desaceleração do antagonista alterando o padrão trifásico em exercícios explosivos, bem como a diminuição da resistência do movimento pela pré fadiga do antagonista e, uma possível maior ativação do agonista através da inervação recíproca⁵. Nesse sentido, muitos estudos utilizaram de cargas com repetições máximas (RM) como 10RM^{6-8} ou 4RM^3 , buscando o máximo estresse em cada série e, verificaram a eficiência do método PAA, principalmente quanto ao trabalho (VT) por unidade de tempo ($\text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$). Além disso, intervalos curtos de 30s-1min tem apresentado melhor desempenho que intervalos longos (3-5 minutos)⁶, reforçando que, de fato, a fadiga parece ter um papel fundamental na eficiência de treinamento ($\text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$) do método PAA^{3,5}. Outro estudo realizado por Paz et al.¹ observaram melhoras significativas no desempenho de repetições do método PAA em relação ao tradicional, sendo que no PAA os exercícios foram executados sem intervalo, o que contribuiu também na eficiência do treinamento (tempo da sessão). Além do mais, por meio de eletromiografia foi constatado maior fadiga dos músculos agonistas e antagonistas da remada,

o que pode ser uma vantagem para o desenvolvimento da força muscular¹ e reforça o papel da fadiga como sendo um importante mecanismo⁵.

Entretanto, a literatura ainda é escassa de pesquisas que verifiquem o efeito de diferentes intensidades no desempenho de repetições. Nesse sentido, é necessário investigar a relação entre pares de exercícios sem intervalo e com diferentes intensidades, para verificar se o menor esforço pode ser tão eficiente quanto intensidades maiores. Para garantir que as intensidades correspondessem aos diferentes esforços, a equalização de repetições foi realizada. Portanto, o objetivo do estudo é verificar a influência da execução de 10 repetições com diferentes percentuais (40, 60 e 80%) de 10RM na musculatura antagonista no desempenho de repetições máximas da musculatura agonista. Nossa hipótese é que as maiores intensidades serão responsáveis por possíveis maiores coativações musculares² e, conseqüentemente, melhor será o desempenho de repetições da musculatura agonista.

Equalização do volume

Materiais e Métodos

Amostra:

Participaram do estudo 12 homens (tabela 1) com experiência de no mínimo um ano e meio em treinamento de força e com frequência semanal de no mínimo 3 vezes. Como critérios de inclusão para o estudo, foi adotado: não apresentar questionário PAR-Q⁹ positivo e não possuir histórico de lesões osteomusculares nas articulações dos cotovelos ou qualquer disfunção que comprometa o desempenho nos testes. Como critérios de exclusão foram adotados: não conseguir concluir algum dos protocolos experimentais e mediante breve entrevista antes das sessões de testes, ter utilizado qualquer medicação ou recurso ergogênico durante, além de realizar qualquer atividade física 24h antes dos testes. Após breve descrição do procedimento experimental, os indivíduos receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, antes da participação no estudo, conforme a Declaração de Helsinki. A presente pesquisa foi aprovada (parecer 08657113.0.0000.5257) pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CEP/HUCFF/UFRJ) no âmbito das Resoluções CNS 466 de 12 de dezembro de 2012 e 510 de 7 de abril de 2016).

Tabela 1 – Características da amostra (Média $\pm$ DP).

	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (m)	IMC (kg/m ²)	10RM TP (Kg)	10RM RB (Kg)
Participantes	25.83 ± 3.43	76.33 ± 5.58	1.72 ± 0.04	25.95 ± 1.34	76.46 ± 6.28	35 ± 3.25

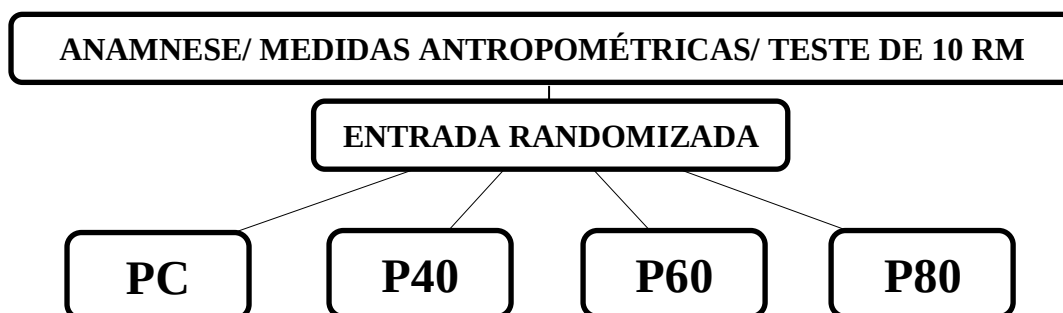
Delineamento do estudo

Os procedimentos foram separados em cinco sessões que aconteceram com intervalos de 48-72 horas entre eles. A primeira constou de anamnese, medidas antropométricas e teste de 10 RM nos exercícios rosca bíceps supinada com barra (RB) e tríceps no *pulley* (TP). No exercício RB utilizou-se uma barra reta livre (10.5 kg) e no TP um aparelho de polia superior (marca *Hoist*, Poway, EUA). Os voluntários foram instruídos com relação a execução dos exercícios devendo seguir sempre os mesmos padrões de execução. Da segunda a quinta sessão, com entrada alternada, os voluntários foram submetidos a 4 protocolos diferentes. Todos realizaram o mesmo aquecimento padrão de 5 minutos no ciclo ergômetro de membro superior com intensidade 7.5 em uma escala de percepção subjetiva de esforço, para então, executarem repetições máximas da musculatura agonista da RB com 80% (28 ± 2.60 Kg) da carga de 10RM no protocolo controle (PC). Os protocolos P40, P60 e P80 seguiram os mesmos procedimentos do PC, entretanto, foram executadas 10 repetições com carga de 40 (30.58 ± 2.51 Kg), 60 (45.88 ± 3.77 Kg) e 80% (61.17 ± 5.03 Kg) de 10RM respectivamente, no exercício TP imediatamente antes da RB (Figura 1).

Teste de 10RM

Os voluntários realizaram um aquecimento específico de 20 repetições com 40% da carga habitual para atingir 10 repetições máximas no exercício. Todos tiveram até 5 tentativas para obter a carga máxima no exercício RB, descansando 5 minutos entre as tentativas, tendo sido estimulados a todo instante de maneira verbal pelos avaliadores. Após 10 minutos de intervalo, foi seguido o mesmo protocolo para a obtenção de carga no exercício TP⁸. Para minimizar os erros durante os testes, foram supervisionados, sempre, pelos mesmos pesquisadores e foram controlados rigorosamente os padrões de movimentos previamente explicados, sendo monitorados e corrigidos caso fosse necessário^{10,11}. Para ser considerado uma execução completa, o avaliado deveria realizar toda a amplitude do movimento fazendo uma flexão e extensão completa dos cotovelos, mantendo o corpo na posição ortostática, para ambos os exercícios (TP e RB).

Figura 1 – Desenho metodológico do estudo



As cinco sessões foram separadas por intervalos de 48-72h. Nas duas primeiras sessões foram coletadas informações sobre os participantes e teste de 10RM, respectivamente. Nas demais sessões, foram realizados os testes experimentais com entrada randomizada dos participantes nos protocolos. Executaram repetições máximas da musculatura agonista da RB com 80% da carga de 10RM no protocolo controle (PC). Os protocolos P40, P60 e P80 seguiram os mesmos procedimentos do PC, entretanto foi executado 10 repetições com carga de 40, 60 e 80% de 10RM respectivamente, no exercício TP imediatamente antes da RB.

Análise Estatística

Os dados descritivos são apresentados em média e desvio padrão. Após teste de normalidade de Shapiro-Wilk foi identificado que os dados eram paramétricos ($p > 0,05$). Para a análise estatística dos dados foi realizada uma ANOVA de medidas repetidas e, para identificar as diferenças entre os protocolos, foi feito um Post Hock de Tukey. Foi adotado um nível de significância de $p < 0,05$. Os dados foram analisados por meio do programa SPSS 12. O tamanho do efeito foi calculado seguindo a classificação de Rhea¹² para indivíduos recreacionalmente treinados ($<0,35$ = trivial; $0,35-0,80$ = pequeno; $0,80-1,50$ = moderado; $> 1,50$ = grande).

Resultados

O desempenho de repetições foi significativamente menor para o PC quando comparado com o P60 ($p = 0,03$) e P80 ($p = 0,00$). Além disso, o P80 também se mostrou mais eficiente que o P40 ($p = 0,00$).

Tabela 2 – Repetições máximas em cada um dos protocolos (Média $\pm$ DP)

	PC	P40	P60	P80
Rosca	14.83 $\pm$ 0.72	15.25 $\pm$ 0.97	15.83 $\pm$ 0.94*	16.42 $\pm$ 0.79*#
Bíceps				

Tamanho do efeito	0.6 (Pequeno)	1.4 (Moderado)	2.2 (Grande)
(PC) Protocolo Controle; (P40) Protocolo 40% de 10RM; (P60) Protocolo 60% de 10RM; (P40) Protocolo 80% de 10RM; * Diferença significativa para o PC e, # Diferença significativa para o P40.			

Discussão

Os resultados apresentados reforçam nossa hipótese inicial de que maiores intensidades levariam a melhores desempenhos de repetições no músculo agonista. Nossos achados corroboram com outros estudos que verificaram melhoras de desempenho no método PAA^{2,6,13}. Assim como Maia et al.⁶, buscamos verificar a influência de uma série simples no desempenho de repetições máximas após exercício realizado na musculatura do antagonista que, assim como o presente estudo, não utilizou intervalo de recuperação entre os exercícios pareados, sendo uma estratégia eficiente, uma vez que melhoras significativas de 7.7% e 10.7% foram observadas no P60 e P80, respectivamente, em relação ao PC.

Até então, esse foi o primeiro estudo a verificar a influência de diferentes percentuais de intensidades na musculatura antagonista, na resposta da musculatura agonista. Quanto maior a intensidade, melhor foi o desempenho, já que P80 foi superior tanto ao PC ($p = 0.00$), quanto ao P40 ($p = 0.00$). Nesse sentido, podemos afirmar que parece existir uma intensidade mínima para que resultados satisfatórios sejam encontrados, tendo em vista que o P40 foi similar ao PC e, somente a partir do P60 é que foi encontrado melhora no desempenho ($p = 0.03$). Por um lado, nenhum recurso, como a eletromiografia, foi utilizado para identificar e quantificar a fadiga na musculatura agonista, assim como Maia et al.⁶ observaram em relação ao intervalo de recuperação, por outro, podemos inferir, em nosso estudo, que maiores intensidades poderiam levar a maiores graus de fadiga na musculatura antagonista, já que o exercício TP foi realizado sempre com 10 repetições para todos os protocolos (PC, P40, P60 e P80). Ao contrário de muitos estudos^{3,6-8}, os indivíduos foram orientados a não executarem as diferentes intensidades até falha a concêntrica. A equalização das repetições se fez necessária para garantir que os percentuais de 10RM representassem, consecutivamente, diferentes intensidades, produzindo, proporcionalmente, diferentes graus de fadiga^{14,15}. Assim, os efeitos das diferentes intensidades puderam ser observados, uma vez que, conforme a intensidade na musculatura antagonista foi aumentando, melhor foi o desempenho na musculatura agonista (P40, TE = pequeno; P60, TE = moderado e P80, TE = grande).

A realização de exercícios com intervalos curtos tem se mostrado como fator determinante na redução do volume de treinamento por seu papel acumulativo de fadiga^{16,17}.

Entretanto, no caso do método PAA, a pré-fadiga do antagonista¹⁸ induzida tanto pela intensidade, quanto pelo intervalo, funcionaria como um agente potencializador do músculo agonista. Logo, sendo o histórico de contração e a coativação um dos principais mecanismos associados ao método PAA⁵, isso explicaria a eficácia das maiores intensidades (P60 e P80) em relação as menores intensidades (PC e P40). Um outro aspecto importante e, consequentemente, uma vantagem em não realizar intervalo entre os pares de exercícios, além do papel da fadiga, está associada a eficiência do método PAA em manter ou aumentar o VT em paralelo a redução do tempo na sessão de treinamento^{1,2,4}. Em um estudo realizado por Paz et al.¹, por exemplo, 15 homens recreacionalmente treinados, realizaram 3 séries de supino e remada da maneira tradicional, com 2 minutos de intervalo ao longo das 6 séries e, de maneira pareada, sem intervalo entre os pares e, com 2 minutos de intervalo ao longo das 3 séries. Os resultados demonstraram que além do VT ter sido maior que o método tradicional, o tempo da sessão foi menor, já que não havia intervalo entre os pares supino e remada no método PPA.

Apesar da vasta literatura tanto em exercício para membros inferiores^{6,13,19} quanto para membros superiores^{1,4,8}, sugerimos que novas investigações são necessárias para identificar dosagens mínimas de intensidade em diferentes tipos de exercícios (mono vs multiarticular), grupamentos musculares (membros superiores vs inferiores), bem como sessões de treinamento com 6 ou mais exercícios.

Uma das limitações do nosso estudo foi não ter utilizado 100% de 10RM na progressão de intensidades e, assim, averiguar a tendência de possível melhora no desempenho de repetições. Sugerimos que novos estudos devem ser realizados, comparando diferentes intensidades, inclusive com a carga de 100%. Além disso, a não utilização de séries múltiplas não nos permite dialogar o comportamento das intensidades ao longo das séries em uma sessão de treinamento. Todavia, se o objetivo do treinamento é priorizar o volume de repetições, a ordem e a formatação dos exercícios utilizados no método PAA, bem como a utilização de intervalos curtos ou sem, além da intensidade das cargas, parece ser uma boa estratégia executar o exercício com repetições submáximas e intensidade alta na musculatura antagonista durante uma sessão de treinamento¹³.

Conclusão

A utilização de intensidades mais altas no exercício antagonista é capaz de melhorar o desempenho de repetições no exercício agonista subsequente, sendo que a partir de 60% de 10 RM já permite essa melhora do desempenho, com tendência de aumento quando esse percentual de intensidade é aumentado. Além disso, utilizar o método sem intervalo entre os exercícios

agonistas e antagonistas permitem aos praticantes vantagem no tempo da sessão, se tornando uma eficiente opção de método no treinamento.

Referências

1. Paz GA, Robbins DW, de Oliveira CG, Bottaro M, Miranda H. Volume Load and Neuromuscular Fatigue During an Acute Bout of Agonist-Antagonist Paired-Set vs. Traditional-Set Training. *J Strength Cond Res.* 2017 Oct;31(10):2777-2784
2. Robbins DW, Young WB, Behm DG. The effect of an upper-body agonist-antagonist resistance training protocol on volume load and efficiency. *J Strength Cond Res.* 2010 Oct;24(10):2632-40
3. Robbins DW, Young WB, Behm DG, Payne WR. Effects of agonist-antagonist complex resistance training on upper body strength and power development. *J Sports Sci.* 2009 Dec;27(14):1617-25.
4. Paz GA, de Freitas Maia M, Miranda H, de Castro JBP, Willardson JM. Maximal strength performance, efficiency, and myoelectric responses with differing intra-set rest intervals during paired set training. *J Bodyw Mov Ther.* 2020 Jan;24(1):263-268.
5. Robbins DW, Young WB, Behm DG, Payne WR. Agonist-antagonist paired set resistance training: a brief review. *J Strength Cond Res.* 2010 Oct;24(10):2873-82.
6. Maia MF, Willardson JM, Paz GA, Miranda H. Effects of different rest intervals between antagonist paired sets on repetition performance and muscle activation. *J Strength Cond Res.* 2014 Sep;28(9):2529-35.
7. Paz G, Maia MF, Farias DA, Miranda H. Maximal repetition performance and muscle activation of biceps brachii and triceps brachii during agonist-antagonist paired set adopting different exercise order. *Gazz Med Ital - Arch Sci Med* 2016 Jan-Feb;175(1-2):1-9
8. Paz GA, Maia MF, Salerno VP, Coburn J, Willardson JM, Miranda H. Neuromuscular responses for resistance training sessions adopting traditional, superset, paired set and circuit methods. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019 Dec;59(12):1991-2002.
9. Shephard RJ. PAR-Q, Canadian Home Fitness Test and exercise screening alternatives. *Sports Med.* 1988 Mar;5(3):185-95
10. Miranda H, Maia MF, Paz GA, de Souza JAAA, Simão R, Farias DA, Willardson JM. Repetition Performance and Blood Lactate Responses Adopting Different Recovery Periods Between Training Sessions in Trained Men. *J Strength Cond Res.* 2018 Dec;32(12):3340-3347.

11. Nasser I, Perez RM, Reis MS, Dias I, Willardson JM, Miranda H. Cardiovascular Acute Effects of Traditional vs. Paired Set Resistance Training in Patients With Liver Cirrhosis. *Res Q Exerc Sport*. 2020 Dec;91(4):630-639.
12. Rhea MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *J Strength Cond Res*. 2004 Nov;18(4):918-20.
13. Antunes L, Bezerra ES, Sakugawa RL, Dal Pupo J. Effect of cadence on volume and myoelectric activity during agonist-antagonist paired sets (supersets) in the lower body. *Sports Biomech*. 2018 Nov;17(4):502.
14. Senna GW, Rodrigues BM, Sandy D, Scudese E, Bianco A, Dantas EHM. Heavy vs Light Load Single-Joint Exercise Performance with Different Rest Intervals. *J Hum Kinet*. 2017 Aug 1;58:197-206.
15. Zajac A, Chalimoniuk M, Maszczyk A, Gołasz A, Lngfort J. Central and Peripheral Fatigue During Resistance Exercise - A Critical Review. *J Hum Kinet*. 2015 Dec 30;49:159-69.
16. Nogueira DV, Silva SB, de Abreu LC, Valenti VE, Fujimori M, de Mello Monteiro CB, Tortoza C, Ribeiro W, Lazo-Osório RA, Tierra-Criollo CJ. Effect of the rest interval duration between contractions on muscle fatigue. *Biomed Eng Online*. 2012 Nov 26;11:89.
17. Miranda H, Fleck SJ, Simão R, Barreto AC, Dantas EH, Novaes J. Effect of two different rest period lengths on the number of repetitions performed during resistance training. *J Strength Cond Res*. 2007 Nov;21(4):1032-6.
18. Maynard J, Ebben WP. The effects of antagonist prefatigue on agonist torque and electromyography. *J Strength Cond Res*. 2003 Aug;17(3):469-74.
19. Carregaro R, Cunha R, Oliveira CG, Brown LE, Bottaro M. Muscle fatigue and metabolic responses following three different antagonist pre-load resistance exercises. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013 Oct;23(5):1090-6.