

EFEITO AGUDO DO MÉTODO AGONISTA/ANTAGONISTA SOBRE O NÚMERO DE REPETIÇÕES NO MOVIMENTO DE FLEXÃO DO JOELHO COM CARGA DE 10 RMsÉdi Wilson Bacedônio Peuckert¹
Lidiane Requia Alli Feldmann²**RESUMO**

O objetivo do estudo foi verificar o efeito agudo do método agonista/antagonista (AA) sobre o número de repetições do movimento de flexão do joelho com carga de 10 RMs. Foram voluntários para o estudo 10 indivíduos do sexo masculino ($26,7 \pm 6,7$ anos, 177 ± 8 cm, $95,3 \pm 9,8$ kg e IMC de $30,21 \pm 3,2$) com experiência em treino de força há no mínimo seis meses. A coleta de dados foi realizada em três dias não consecutivos. No primeiro dia de testes foram realizadas medidas antropométricas e um teste de 10 repetições máximas (10 RMs) para a extensão do joelho (cadeira extensora), após dois dias, para flexão do joelho (mesa flexora). No terceiro dia foi realizada uma série com a carga de 10 RMs da extensão de joelho e em seguida foi realizada uma série de flexão de joelho com as cargas de 10 RMs até a falha concêntrica. Para mensurar a carga de um RM antes e após os testes, foi utilizada uma equação de predição de um RM. A comparação foi realizada através de um Teste de Wilcoxon para dados não paramétricos. Com a carga de 10 RMs chegou-se ao número de $13 \pm 1,4$ repetições, dando diferença significativa entre as cargas previstas de 10 RMs e o desempenho no sistema agonista-antagonista. Os resultados sugerem que o método agonista-antagonista melhora o desempenho e a força no movimento de flexão dos joelhos nas condições sugeridas no estudo.

Palavras-chave: Desequilíbrio Muscular. Lesão no Joelho. Repetições Máximas.

ABSTRACT

Acute effect of the agonist / antagonist method on the number of repetitions in the movement of flexion of the knee with charge of 10 RMs

The aim of the study was to investigate the acute effect of the agonist / antagonist method (AA) on the number of repetitions of knee flexion with load of 10 RMs. They volunteered for the study 10 males (26.7 ± 6.7 years, 177 ± 8 cm, 95.3 ± 9.8 kg and BMI of 30.21 ± 3.2) with experience in strength training for at least six months. Data collection was performed in three non-consecutive days. On the first day of tests were conducted anthropometric measurements and 10 maximum repetitions test (10 RMs) for knee extension (extensor chair), after two days for knee flexion (leg curl). On the third day was performed with a series of 10 load knee extension of MRs and then was performed a knee flexion series with the loads 10 to MRs concentric failure. To measure the load one MRI before and after testing, a one RM prediction equation was used. The comparison was performed using a Wilcoxon test for nonparametric data. With the load of 10 RMs came to the number of 13 ± 1.4 repetitions, making a significant difference between the predicted load of 10 RMs and performance in agonist-antagonist system. The results suggested that the agonist-antagonist method improves the performance and strength in bending motion of the knee under the conditions suggested in the study.

Key words: Muscle Imbalance. Knee Injury. Maximum Repetitions.

1-Graduando da Universidade Luterana do Brasil-ULBRA, Canoas-RS, Brasil.

2-Mestre pela Universidade Luterana do Brasil, docente da Universidade Luterana do Brasil-ULBRA, Canoas-RS, Brasil.

E-mail dos autores:
ediwrrs@hotmail.com
lidianefeldmann@gmail.com

INTRODUÇÃO

O desequilíbrio muscular causado por exercícios praticados por pessoas que visam somente um determinado grupo muscular ou por esportes que necessitam de certos grupamentos em detrimento de outros, podem causar lesões, como é o caso da musculatura que envolve os movimentos de extensão e flexão de joelho.

Para se proteger de lesões, o desequilíbrio entre a força dos músculos isquiotibiais e quadríceps não deve passar dos 10%, quando esta força apresenta uma diferença com diminuição da capacidade flexora entre 50% e 60% em relação à extensora, torna os indivíduos predispostos a sofrerem com lesões (Achour, 1996).

Em um estudo que avaliou os sinais eletromiográficos de quadríceps e isquiotibiais, foi demonstrado que o músculo flexor assume o papel de estabilizador em pacientes que possuem um ligamento cruzado anterior deficiente (LCA), tornando fundamental o treinamento desse grupo muscular (Solomonow e colaboradores, 1987).

Um estudo que corrobora a relação de lesões com o desequilíbrio de força de isquiotibiais e quadríceps, realizado com jogadores profissionais de futebol, apresentou um índice de fadiga dos músculos flexores superior aos extensores, fato este que pode estar ligado ao maior índice de estiramentos de isquiotibiais em relação ao seu antagonista (Carvalhais e colaboradores, 2013).

Apesar da importância supracitada deste grupo muscular (isquiotibiais), para a profilaxia de lesões, estudos realizados em diferentes populações chegaram à conclusão de que ele apresenta uma força menor em relação aos músculos extensores.

Ao utilizar um dinamômetro isocinético, Batista e colaboradores, (2012) verificaram em indivíduos jovens que a força dos músculos extensores é maior que a dos músculos flexores na articulação do joelho, resultado também encontrado numa população diferente deste estudo, que chegou à conclusão de que os músculos do grupo quadríceps são mais fortes que os do grupo isquiotibiais em pessoas idosas socialmente ativas (Wibelinger e colaboradores, 2009).

A ideia de que esta diferença de forças é abrangente foi ratificada pelos estudos de Delgado e colaboradores, (2004) que através

do emprego de um esfigmomanômetro observaram que militares apresentavam diferenças de força entre os grupos musculares posterior e anterior em diversos ângulos estudados na articulação do joelho, com predominância do grupo extensor sobre o grupo flexor.

Dentre os vários métodos e sistemas de treino que visam o aprimoramento físico, destacamos o Agonista/Antagonista (AA), que se baseia no treinamento de grupos musculares opostos em sequência e sem intervalo de descanso, como bíceps e tríceps, por exemplo. É uma maneira viável, de exercitar um determinado grupo muscular enquanto o outro descansa, mesmo que de maneira parcial (Brooks, 2008).

Outra vantagem deste método é o sangue que se mantém na mesma região que está sendo treinada, aumentando a circulação e trazendo mais combustível (Bean, 1999).

O método AA é uma boa opção para quem dispõe de pouco tempo para treinar, pois estudos demonstraram que esse sistema de treino é uma boa opção para quem visa aumentar o volume total de treino assim como a eficiência, sem comprometer o desempenho muscular (Paz e colaboradores, 2014).

De acordo com Fleck e Kraemer (2006) elevações significativas na força são verificadas com o uso desse sistema. Uma variação deste método de treino é a Contração recíproca (CR), onde após uma repetição de um grupo muscular, automaticamente exercemos outra oposta, e não após uma série, geralmente usado em aparelhos isocinéticos, o que o torna não tão popular quanto o AA.

O método CR pode permitir uma melhor manutenção do volume de treinamento (Carregaro e colaboradores, 2011).

Sobre a melhora na eficiência do treino, um estudo foi executado por Nobre e colaboradores, (2010) a conclusão mais importante nesta pesquisa foi de que o método AA pode interferir de modo positivo no número de repetições máximas (RMs) do quadríceps em homens treinados, chegando a um aumento médio de 30% no número de repetições.

Contrariando o estudo anterior, Maynard e Ebben (2003) observaram que cinco repetições de flexão do joelho, com a sequência de uma série de extensão, obteve

queda do torque isocinético no músculo extensor.

Paz e colaboradores, (2012) verificaram que a pré atividade máxima dos antagonistas parece não causar mudanças na tensão isométrica máxima e sinal eletromiográfico no seu agonista.

Devido à importância deste músculo para a prevenção de lesões, a diferença de força em relação ao quadríceps, predispondo-o às lesões e a possibilidade de interferir de forma positiva na diminuição deste desequilíbrio através deste sistema de treino.

O presente estudo tem por objetivo verificar o efeito agudo do método Agonista/Antagonista sobre o número de repetições no movimento de flexão do joelho com carga de 10 RMs.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

O presente estudo contou com a participação de 10 indivíduos, sendo todos do sexo masculino, com idade entre 20 e 40 anos, praticantes de musculação há no mínimo seis meses em uma academia de Porto Alegre.

Todos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido sobre os procedimentos que envolviam o presente estudo (anexo um).

Procedimento de coleta de dados

A avaliação antropométrica foi realizada através das medidas do peso corporal e a altura, que foram averiguados numa balança da marca Filizola (precisão de 100 Gr) com estadiômetro, dados também utilizados para o cálculo de IMC.

Depois da avaliação antropométrica foi realizado um teste de 10 repetições máximas (10 RMs) segundo o protocolo de Baechle e Earle (2000).

Os voluntários, no primeiro dia, realizaram o teste de 10 RMs para obter as cargas no exercício de extensão de joelho (cadeira extensora da marca New Fit) e, após um intervalo de 48 horas o teste de 10 RMs foi novamente realizado para o exercício flexão de joelho (mesa flexora da marca New Fit).

Foi realizado um aquecimento prévio de 20 repetições com a carga mínima (cinco

kg), após um minuto de descanso foi realizado 10 repetições com 50% da carga que o próprio sujeito pesquisado achava ser a sua carga para 10 RMs, baseado no seu histórico de treino. A carga inicial de testes foi obtida de acordo com o peso habitualmente utilizado nas sessões de treinamento de cada indivíduo.

O teste foi interrompido no momento em que os sujeitos não conseguiram realizar o movimento de forma correta ou completa, conseguindo completar 10 repetições, mas não 11, sendo adotado o máximo de três tentativas, com o intervalo de três a cinco minutos entre elas.

Após 48 horas, depois de obter as cargas no teste de 10 RMs na mesa flexora, foi realizada uma série de 10 repetições com a carga obtida em 10 RMs para a extensão de joelho, logo em seguida sem intervalo de recuperação foi realizada a flexão de joelho com as cargas obtidas em 10 RMs até a falha concêntrica para verificar se haveria diferença no número de repetições.

Para mensurar a força gerada antes e após o estímulo do Método AA, será aplicada a equação preditiva de um RM, conforme Baechle e Groves (2000) $1 \text{ RM} = \text{carga} \times [(.0375 \times \text{reps}) + .978]$.

Segundo estudos de Lacio e colaboradores, (2010) a equação de Baechle e Groves (2000) pode ser empregue com o intuito de predizer, o valor de um RM com alto grau de confiança, com correlação (r^2) de .95 e erro padrão (EP) de 3.0.

Análise estatística

Foi realizada a média e o desvio padrão através do Excel 2010. A comparação entre a força gerada para a carga predita de um RM antes e após o estímulo do antagonista foi feito através do Teste de Wilcoxon para dados não paramétricos, sendo adotado o $p < 0,05$ como nível de significância estatística. Os dados foram analisados no software SPSS versão 22.

RESULTADOS

Os indivíduos analisados possuíam os seguintes dados, idade $26,7 \pm 6,7$ anos, peso de $95,3 \pm 9,8$ kg, altura de 177 ± 8 cm e IMC de $30,21 \pm 3,2$.

A carga média para 10 RMs na cadeira extensora foi de $54 \pm 7,3$ kg, para a

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

mesa flexora a carga média encontrada foi de $37,5 \pm 6,8$ kg.

A média de repetições na mesa flexora após o estímulo do seu antagonista (extensores) foi de $13 \pm 1,4$, conforme o quadro 2.

As cargas obtidas através da equação preditiva de um RM para os músculos flexores

no teste de 10 RMs teve uma média de $50,73 \pm 9,29$ kg, após a utilização do Método AA, essa média subiu para $55,10 \pm 11,08$, devido o aumento médio do número de repetições, demonstrando os seguintes valores detalhadamente.

Quadro 1 - Dados antropométricos.

Idade	Peso	Estatura	IMC
33 anos	109 kg	189 cm	30,53
35 anos	108 kg	182 cm	32,62
21 anos	97 kg	168 cm	34,39
22 anos	86 kg	175 cm	28,1
24 anos	93 kg	186 cm	26,95
40 anos	83 kg	175 cm	27,12
22 anos	105 kg	170 cm	36,33
22 anos	94 kg	179 cm	29,37
22 anos	82 kg	174 cm	27,15
26 anos	96 kg	180 cm	29,62
Média/DESVPAD			
$26,7 \pm 6,7$	$95,3 \pm 9,8$	177 ± 8	$30,21 \pm 3,2$

Quadro 2 - Cargas.

Carga 10RMs/extensora	Carga 10RMs/flexora	Repetições A/A
60 kg	45 kg	12
55 kg	45 kg	14
45 kg	30 kg	12
65 kg	45 kg	15
50 kg	30 kg	13
55 kg	30 kg	14
55 kg	40 kg	14
60 kg	37,5 kg	13
40 kg	30 kg	10
55 kg	42,5 kg	13
Média/DESVPAD		
$54 \pm 7,3$	$37,5 \pm 6,8$	$13 \pm 1,4$

Quadro 3 - Repetições.

1 RM predito p/10 RMs	1 RM predito após método AA
60,88	64,26
60,88	67,63
40,59	42,84
60,88	69,32
40,59	43,96
40,59	45,09
54,12	60,12
50,73	54,95
40,59	40,59
57,5	62,28
Média/DESVPAD	
$50,73 \pm 9,29$	$55,10 \pm 11,08$

A relação do número de movimentos e força gerada através de uma determinada carga pode ser fundamentada pelas equações preditivas de um RM, que é a máxima carga que pode ser levantada em apenas uma repetição completa (Pereira e Gomes, 2003).

Estas equações visam estimar a carga máxima que um indivíduo pode suportar através da utilização de cargas submáximas. Uma das equações mais frequentemente utilizada é o de Baechle e Groves (2000) $1 \text{ RM} = \text{carga} \times [(.0375 \times \text{reps}) + .978]$.

Os resultados apresentados por essa equação demonstram que houve aumento significativo da força, $p < 0,05$.

DISCUSSÃO

De acordo com os resultados apresentados acima, pode-se verificar uma diferença de 44% de força através da média de carga utilizadas nos músculos extensores sobre os flexores nos testes de 10 RMs.

Segundo Achour (1996) para que a articulação do joelho esteja protegida contra lesões, esta diferença não deve passar dos 10%.

A diferença de força em prol dos músculos extensores sobre os flexores já foi estudada e confirmada em diversas pesquisas.

Em um estudo realizado por Delgado e colaboradores, (2004) ficou demonstrado que os quadríceps são mais fortes que os isquiotibiais nos ângulos de 30° e 90°.

Confirmando os dados anteriores, em um estudo com idosos socialmente ativos, foi avaliada a força de seus músculos extensores e flexores, e tanto no grupo masculino quanto no grupo feminino a força dos extensores foi maior (Wibelinger e colaboradores, 2009).

Na Universidade de Passo Fundo (UPF), foi realizada uma pesquisa com jovens de ambos os sexos, para verificar a força de membros inferiores através de um dinamômetro isocinético, chegando à conclusão de que os extensores são mais fortes que os flexores nas velocidades angulares de 120°, 180° e 240° em todas as faixas etárias e gêneros (Batista e colaboradores, 2012).

No presente estudo houve um aumento no número de repetições no movimento de flexão do joelho com carga de 10 RMs após a ativação do seu antagonista, esse número chegou à média de $13 \pm 1,4$,

chegando a um caso isolado de 15 repetições com o sujeito que obteve a maior carga utilizada nos dois exercícios.

Estudos de Paz e colaboradores, (2014) verificando o efeito do método AA comparado ao tradicional na ativação muscular através da EMG, constatou o aumento da atividade dos músculos Bíceps braquial e Latíssimo dorsal no método AA no exercício de remada aberta após o exercício de supino.

Uma pesquisa envolvendo a pré-ativação dos agonistas com protocolos diferentes (contração recíproca e super séries), realizada por Carregaro e colaboradores, (2011) verificou que o músculo vasto medial teve um aumento na ativação muscular após 10 RMs dos músculos flexores.

Para observar a influência do método AA sobre o desempenho no treino de força de membros inferiores Nobre e colaboradores, (2010) realizaram 10 RMs na mesa flexora e logo após, com carga de 10 RMs na cadeira extensora, foram executadas repetições até a exaustão, gerando aumento de 30% no número de movimentos.

Contrariando os estudos anteriormente citados, uma pesquisa verificou que a pré-atividade máxima dos antagonistas pelo exercício apoio frontal (flexão de braços) até a exaustão não interferiu nos agonistas através dos sinais eletromiográficos no exercício remada aberta (Paz e colaboradores, 2012).

Maynard e Ebben (2003) observaram que cinco repetição de flexão de joelho com a sequência de uma série de extensão causou queda do torque isocinético do músculo extensor. Neste mesmo estudo, foram aplicados quatro exercícios de alongamento estático nos agonistas durante o aquecimento e talvez esse procedimento possa ter influenciado negativamente os resultados obtidos, considerando possíveis efeitos deletérios sobre a força dos músculos alongados.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, aumento médio no número de repetições de 10 para $13 \pm 1,4$ e o aumento de força com índices significativos, chegamos à conclusão de que o método Agonista/Antagonista pode influenciar positivamente (mesmo que de forma aguda) a elevação de força dos

músculos flexores do joelho através do aumento de repetições obtido com carga de 10 RMs para esta população estudada e as condições sugeridas, podendo desta maneira diminuir o desnível muscular desta articulação, prevenindo-a de lesões e melhorando o seu desempenho.

O fato de os participantes estudados estarem cientes dos objetivos da pesquisa pode ter servido como fator motivacional e talvez isso possa ter influenciado de forma positiva os resultados.

Mais estudos em longo prazo são necessários para que se possa verificar o efeito crônico, devendo também ser realizado com outras populações e uma amostra mais numerosa.

REFERÊNCIAS

- 1-Achour Júnior, A. Bases para o exercício de alongamento relacionado com a saúde e no desempenho atlético. Midiograf. 1996.
- 2-Batista, J. S.; Martins, A. D.; Wibelinger, L. M. Avaliação da força muscular (torque muscular) de flexores e extensores de joelho de indivíduos jovens. Lecturas: Educación Física y Deportes. Buenos Aires. Maio 2012.
- 3-Baechle, T.R.; Earle, R.W.; Wathen, D. Resistance training. In Essentials of strength training and conditioning, Eds. T.R. Baechle; R.W. Earle. Champaign, IL: Human Kinetics. 2000.
- 4-Baechle, T. R.; Groves, B. R. Treino de força: Passos para o sucesso. 2ª edição. Artmed. 2000.
- 5-Bean, A. O guia completo de treinamento de força. Manole. 1999. p.53.
- 6-Brooks, D. S. O livro completo para o treinamento personalizado. Phorte. 2008. p.463.
- 7-Carregaro, R. L.; Cunha, R. C.; Cardoso, J. R.; Pinto, R. S.; Bottaro, M. Efeitos da ordem de pré-ativação dos músculos antagonistas nas respostas neuromusculares dos extensores do joelho. Revista Brasileira de Fisioterapia. Vol. 15. Núm. 6. p.452-459. 2011.
- 8-Carvalhais, V. O. C.; Santos, T. R. T.; Araújo, V. L.; Leite, D. X.; Dias, J. M. D.; Fonseca, S. T. Força muscular e índice de fadiga dos extensores e flexores do joelho de jogadores profissionais de futebol de acordo com o posicionamento em campo. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 19. Núm. 6. p.452-456. 2013.
- 9-Delgado, C.; Fernandes Filho, J.; Barbosa, F. P.; Oliveira, H. B.; Utilização do esfigmomanômetro na avaliação da força dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho em militares. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 10. Núm. 5. 2004.
- 10-Fleck, S. J.; Kraemer, W. J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 3ª edição. Porto Alegre. Artmed. 2006. p. 204.
- 11-Lacio, M. L.; Damasceno, V. O.; Vianna, J. M.; Lima, J. R. P.; Reis, V. M.; Brito, J. P.; Fernandes Filho, J. Precisão das equações preditivas de 1 RM em praticantes não competitivos de treino de força. Motricidade. Vol. 6. Núm. 3. p.31-37. 2010.
- 12-Maynard, J.; Ebben, W. P. The effects of antagonist pre-fatigue on agonist torque and electromyography. Journal of Strength and Conditioning Research. Vol. 17. Núm. 3. p.469-474. 2003.
- 13-Nobre, M.; Figueiredo, T.; Simão, R. Influência do método Agonista-Antagonista no desempenho do treinamento de força para membros inferiores. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. Vol. 4. Núm. 22. p.397-401. 2010. Disponível em: <<http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/264/266>>
- 14-Paz, G. A.; Maia, M. F.; Lima, V. P.; Miranda, H. Efeito do método Agonista-Antagonista comparado ao tradicional no volume e ativação muscular. Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde. Vol. 19. Núm. 1. p.54-63. 2014.
- 15-Paz, G. A.; Maia, M. F.; Santiago, F. L. S.; Santos, P. S.; Lima, V. P. Efeitos imediatos da pré-atividade máxima dos antagonistas sobre a tensão isométrica máxima e sinal eletromiográfico. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. Vol. 6.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpfex.com.br / www.rbpfex.com.br

Núm. 32. p149-156. 2012. Disponível em:
<<http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/381/389>>

16-Pereira, M. I. R.; Gomes, P. S. C. Testes de força e resistência muscular: Confiabilidade e predição de uma repetição máxima – Revisão e novas evidências. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 9. Núm. 5. p.325-335. 2003.

17-Solomonow, M.; Baratta, R.; Zhou, B. H.; Shoji, H.; Bose, W.; Beck, C.; D'ambrosia, R. The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability. The American Journal of Sports Medicine. Vol. 15. Núm. 3. p.207-213. 1987.

18-Wibelinger, L. M.; Schneider, R. H.; Tonial, A. M.; Oliveira, G. M.; Klein, B. M.; Capitânio, D. Avaliação da força muscular de flexores e extensores de joelho em indivíduos idosos socialmente ativos. Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano. Vol. 6. Núm. 2. 2009.

Recebido para publicação 13/10/2016
Aceito em 02/02/2017