

Artigo original

Alongamento balístico versus sustentar e relaxar: comparação do ganho imediato e após 24 horas

Ballistic versus hold-relax stretching: comparison of immediate and post 24 hours gain

Taylor Ferreira, Ft.*, André Luiz Almeida Pizzolatti, Ft.**, Heiliane de Brito Fontana, Ft.***, Bruno Seara Polidoro, Ft.****, Cristiano Diniz Campelo Silva, Ft., M.Sc.*****

.....
*Universidade Luterana do Brasil ULBRA/RS, **Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade do Estado de Santa Catarina, Laboratório de Biomecânica, ***Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade do Estado de Santa Catarina, Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática, ****Mestrando em Sports Injury Management, University of Brighton, Inglaterra, *****Fisioterapia aplicada a T.O. UNITRIMG

Resumo

Dentre os métodos de alongamento mais utilizados na prática clínica, encontram-se os métodos balístico e facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) através da técnica de sustentar-relaxar.

Poucos estudos analisaram por quanto tempo as alterações na amplitude de movimento (ADM) decorrentes da intervenção permanecem ou compararam a efetividade de dois tipos de carga sobre este tempo. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi comparar qual método de alongamento aplicado à musculatura isquiotibial, dentre balístico e FNP do tipo sustentar-relaxar, é mais eficaz no ganho de ADM e na manutenção deste após 24 horas. Participaram do estudo 19 adultos jovens saudáveis. A avaliação da ADM foi realizada através da fotogrametria antes, imediatamente após e 24 horas após a intervenção. Os métodos de alongamento foram aplicados de forma randomizada em uma sessão. Através dos resultados foi possível verificar que ambas as técnicas foram capazes de aumentar a ADM imediatamente após a aplicação ($p = 0,001$ para o balístico e $p = 0,001$ para o sustentar-relaxar) e manter por 24 horas após a aplicação ($p = 0,023$ para o balístico e $p = 0,022$ para o sustentar-relaxar). No entanto, na comparação entre os métodos, não houve diferença no ganho de ADM obtido. Confirma-se, portanto, a equivalente efetividade de ambos os métodos na obtenção e manutenção do ganho de ADM.

Palavras-chave: alongamento balístico, facilitação neuromuscular proprioceptiva, Fisioterapia.

Abstract

Ballistic and proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) through hold-relax technique are amongst the most used stretching methods in the clinical practice. Few studies have explored for how long alterations in range of movement (ROM) dependent upon the stretching intervention have lasted or compared the efficacy of different types of stretching within a given load on this time. Therefore, the aim of this study was to compare ballistic and PNF hold-relax stretching and their effects in the hamstrings musculature related to ROM gain and its maintenance after 24 hours. 19 healthy young-adults participated on the study. The ROM evaluation was carried out through photogrammetry before, immediately after and after 24 hours the intervention. The stretching methods were randomly assigned in one session. It was possible to verify, through the results, that both techniques improved ROM immediately after intervention ($p = 0,001$ for ballistic and $p = 0,001$ for hold-relax) and the effects were maintained after 24hours intervention ($p = 0,023$ for ballistic and $p = 0,022$ for hold-relax). However, when comparing both methods, no difference was found about the ROM gained. It has been then confirmed the equal efficacy of both methods for improvement and maintenance of ROM.

Key-words: ballistic stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation, Physical therapy.

Recebido em 23 de novembro de 2009; aceito em 23 de fevereiro de 2010.

Endereço para correspondência: Heiliane de Brito Fontana, Rua Jerônimo José Dias, 236, Saco dos Limões, 88045-100 Florianópolis SC, Tel: (48) 8838-2115, E-mail: lilly_bfontana@hotmail.com

Introdução

Os exercícios de alongamento têm sido amplamente utilizados para aumentar a flexibilidade com o objetivo de corrigir desequilíbrios musculares e alterações posturais, prevenir lesões, e melhorar o desempenho atlético. A aplicação das técnicas de alongamento do tipo estático [1-9], balístico [3,10,11] e por facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) [3,5,12-19] tem se mostrado eficaz no aumento da amplitude de movimento (ADM). O mecanismo pelo qual ocorre a mudança aguda na ADM após o alongamento tem sido atribuído a fatores neurofisiológicos e biomecânicos.

Dentre as técnicas de alongamento, as que utilizam como princípio a inibição muscular reflexa têm produzido melhores resultados do que as que não utilizam este princípio [3,5,12,14,20-23]. Esses resultados positivos são possivelmente alcançados devido a uma redução da resistência muscular decorrente da inibição neural do músculo a ser alongado, a qual é obtida, por sua vez, através da contração muscular prévia ao relaxamento. No entanto, Magnusson *et al.* [5,24] observaram alterações na atividade elétrica muscular ao alongamento durante a utilização desse princípio, sugerindo que o aumento da flexibilidade ocorra devido a uma diminuição cinestésica do tecido e a um aumento da tolerância ao alongamento.

Por outro lado, para que o alongamento provoque mudanças permanentes no comprimento da unidade musculotendínea é necessário causar deformações teciduais plásticas, as quais dependem da magnitude e do tempo de aplicação da carga. Utilizando cargas constantes como em um alongamento estático, tem-se observado alterações no comportamento viscoelástico da unidade musculotendínea. Este efeito foi evidenciado através da diminuição da resistência tecidual passiva (torque passivo), o que demonstra uma resposta de acomodação da tensão aplicada [3,7,15-28]. No entanto, esta diminuição da resistência não foi observada utilizando alongamento balístico, possivelmente por este provocar cargas agressivas de curta duração e que variam de intensidade. Isto demonstra que a reação do tecido à deformação pode ser diferente conforme o tipo de alongamento.

Além do mecanismo pelo qual o alongamento provoca mudanças agudas no tecido ainda ser controverso, poucos estudos que observaram alterações na amplitude de movimento analisaram por quanto tempo estas mudanças permaneceram, dessa forma não podendo comprovar se ocorreram deformações teciduais, ou tampouco compararam a efetividade de dois tipos de carga sobre este tempo. Assim sendo, este estudo tem por objetivo comparar qual método de alongamento aplicado à musculatura isquiotibial, dentre o balístico e o FNP do tipo sustentar-relaxar, é mais eficaz no ganho de ADM e na manutenção deste após 24 horas.

Material e métodos

Sujeitos

Fizeram parte deste estudo 19 indivíduos (9 homens e 10 mulheres) entre 21 e 30 anos. Os mesmos não deveriam apresentar discrepância de membros inferiores (diferença maior que 1,5 cm), histórico de doença neurológica, ou lesão na musculatura isquiotibial por um período prévio de 6 meses. Ao se enquadrarem nos critérios de inclusão os sujeitos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O presente estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos e Animais da ULBRA.

Instrumentos

Para a coleta de dados utilizou-se uma maca com barra perpendicular e faixas elásticas para fixação dos membros inferiores (Figura 1). Os registros fotográficos foram realizados com uma máquina digital (Sony – Mavica FD200) posicionada paralela ao chão, sobre um tripé nivelado. As imagens foram tratadas no software Al Cimage 2.1.

Figura 1 - Posicionamento para avaliação da amplitude de movimento.



Procedimento de avaliação

Após o preenchimento de uma ficha de identificação dos participantes, foi realizada a avaliação física para mensuração do comprimento dos MMII seguida pela demarcação dos pontos anatômicos (trocanter maior do fêmur, côndilo lateral do fêmur e maléolo lateral) em decúbito dorsal.

A avaliação da flexibilidade foi realizada em três etapas: uma pré-intervenção e duas pós-intervenção, das quais uma foi realizada imediatamente após a aplicação das técnicas e outra após decorridas 24h. Para a avaliação o MMII a ser alongado permaneceu em 90° de flexão de quadril, com o joelho fixado por meio de uma faixa elástica junto a uma barra metálica perpendicularmente fixada a maca (Figura 1). O membro inferior contralateral também permaneceu preso

na maca por uma faixa elástica em posição neutra de quadril e extensão de joelho. O voluntário foi instruído a não realizar movimentos com o tronco ou qualquer outro membro que não o a ser avaliado, mantendo-se relaxado com a coluna apoiada na maca ao longo da coleta. Mantendo esta posição, pediu-se para o sujeito realizar a extensão ativa do joelho de modo a se aproximar ao máximo da extensão total de joelho, porém sem desencadear dor. Neste momento, realizou-se o registro fotográfico perpendicularmente ao plano sagital a uma distância de 3,10 metros da maca.

Intervenção

Os sujeitos foram instruídos sobre a técnica aplicada na musculatura isquiotibial e através de sorteio definiu-se em qual dos membros inferiores realizar-se-ia o alongamento balístico. O alongamento pelo método FNP do tipo sustentar-relaxar foi realizado na perna contralateral. A ordem em que a intervenção seria realizada foi também estabelecida de forma aleatória através de sorteio.

A técnica de alongamento por FNP do tipo sustentar-relaxar foi realizada por um fisioterapeuta, o qual conduziu passivamente o membro inferior até a posição de teste (figura 1) em amplitude de extensão máxima. Neste momento o participante realizou uma contração isométrica da musculatura isquiotibial contra a resistência imposta pelo fisioterapeuta. Após 10s de contração o indivíduo relaxou a musculatura, quando então o fisioterapeuta realizou o alongamento durante 20s passivamente, até nova amplitude de extensão. Esse ciclo foi realizado quatro vezes.

O alongamento balístico foi realizado na perna contralateral. O indivíduo foi posicionado em posição ortostática ao lado da maca, apoiando-se na barra metálica existente na mesma. Ao comando verbal do fisioterapeuta, o indivíduo iniciou movimentos pendulares balísticos cíclicos do membro inferior, partindo de extensão de quadril e extensão de joelho para flexão de quadril mantendo o joelho em extensão. Foram realizadas quatro séries com o sujeito realizando o maior número de repetições de tais movimentos pendulares balísticos por 30 segundos.

Após decorridas 24 h, a segunda avaliação foi realizada seguindo o mesmo procedimento. Os indivíduos foram orientados a não realizar qualquer tipo de atividade física ou técnica de alongamento isquiotibial entre as avaliações.

Análise estatística

Para a análise estatística dos dados utilizou-se o Wilcoxon signed rank test com índice de significância $p < 0,05$.

Resultados

Os valores médios de ADM em graus podem ser observados na Tabela I.

Tabela I - Valores médios (\pm desvio padrão) de ADM em graus para ambas as técnicas, balístico e FNP, antes da intervenção (pré), imediatamente após (pós 1) e após 24 horas (pós 2).

	Pré	Pós 1	Pós 2
Balístico	158 (\pm 11) ^o	162 (\pm 9) ^o	161 (\pm 10) ^o
FNP*	158 (\pm 13) ^o	164 (\pm 10) ^o	162 (\pm 10) ^o

*FNP realizada pelo método sustentar-relaxar.

Em relação à comparação da ADM antes da intervenção com imediatamente após e 24 horas após a mesma, são mostrados na Tabela II os valores de p obtidos através do teste de Wilcoxon.

Tabela II - Valores de p obtidos através do teste de Wilcoxon na comparação aos pares da ADM presente antes da intervenção (pré), imediatamente após a intervenção (pós 1) e 24 horas após a intervenção (pós 2).

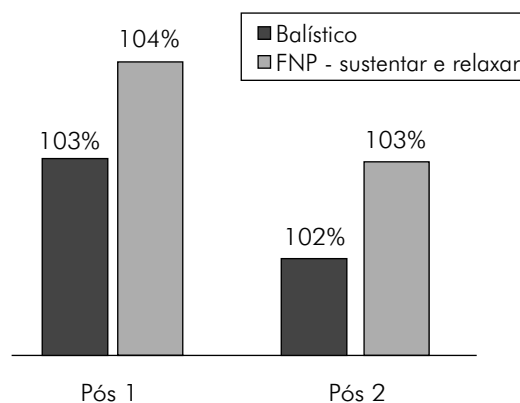
	Pré X Pós 1	Pós 1 X Pós 2	Pré X Pós 2
Balístico	0,001	0,246	0,023
FNP*	0,001	0,057	0,022

*FNP realizada pelo método sustentar-relaxar.

Na comparação entre os ganhos de ADM obtidos através dos dois diferentes métodos de alongamento, observou-se que os mesmos foram igualmente eficazes tanto no período imediatamente após a intervenção ($p = 0,197$) quanto após 24 horas decorridas da aplicação da mesma ($p = 0,341$).

Para melhor visualização do ganho de ADM obtido através de ambos os métodos de alongamento, os valores de ADM das avaliações pós intervenção foram divididos pelos valores encontrados na avaliação pré intervenção. Na Figura 1 são encontrados os valores dessa normalização.

Figura 2 - Valores percentuais de ADM para as técnicas de alongamento balístico e FNP imediatamente após intervenção (PÓS 1) e após 24 horas (PÓS 2) normalizados pela ADM pré intervenção ($ADM \text{ PÓS} / ADM \text{ PRÉ} \times 100$).



Discussão

A eficácia tanto do alongamento balístico [3,10,11] como do método FNP [11-19] já havia sido verificada por estudos

prévios que utilizaram protocolos de alongamento a longo prazo. Todavia, poucos estudos avaliaram o efeito de ambas as técnicas em apenas uma sessão de alongamento. Através dos resultados deste estudo, pôde-se verificar um aumento significativo da ADM imediatamente após a aplicação do alongamento, seja pelo método balístico ou pelo método FNP sustentar e relaxar. O ganho nessa fase foi em média de quatro graus para o alongamento balístico e de seis graus para o FNP (Tabela I).

Estes resultados estão de acordo com o estudo de Wiemann e Hahn [29] que observaram um aumento médio de 8,4° na ADM do joelho imediatamente após 3 repetições de 15 segundos cada, divididos em séries durante 15 minutos de alongamento balístico. Outro estudo realizado por Nelson e Kokkonen [30] em apenas uma sessão de alongamento observou ganho da flexibilidade dos isquiotibiais avaliado através do banco de Wells.

Se para o efeito do alongamento balístico em uma sessão existem poucos estudos, talvez explicado pelo risco de lesão ao efetuar cargas elevadas, em relação aos estudos com método FNP, por outro lado, parece haver maior interesse. Moller *et al.* [31] observaram aumento de 6° na ADM de elevação da perna reta após 5 repetições de 16 segundos. Spernoga *et al.* [32] verificaram aumento médios de 7° na ADM do joelho após 5 séries de 26 segundos. Osternig *et al.* [33] obtiveram aumento de 5,3° na ADM do joelho em uma série de 80 segundos. Magnusson *et al.* [5] observaram uma diminuição da rigidez tecidual, e não houve diferença nesta resposta após o alongamento estático e o FNP. Em contrapartida, houve maior ganho da ADM após a FNP se comparado ao estático.

Em relação à manutenção da flexibilidade, ambos os métodos avaliados nesse estudo foram capazes de provocar alterações na ADM que perduraram até uma segunda avaliação realizada 24 horas após a intervenção, não havendo diferença significativa entre a ADM obtida imediatamente após a aplicação e a ADM após 24 horas. (Tabela II). Parte do ganho de ADM permaneceu até as 24 horas seguintes à intervenção, sendo 3 graus para o alongamento balístico e 4 graus para o alongamento sustentar e relaxar.

Os estudos realizados a respeito do tempo de permanência dos efeitos do alongamento sobre a estrutura muscular encontrados na literatura ainda geram contradições. Viveiros e Farinatti [34] afirmam que os ganhos imediatos de flexibilidade não são mantidos após 24hs. Magnusson *et al.* [5] e Ferber *et al.* [35] observaram que o alongamento FNP produz alterações nas propriedades viscoelásticas, e que este comportamento da unidade musculotendínea se manteve por somente 60min. Já Spernoga *et al.* [32] observaram que a ADM retornou ao ângulo pré-alongamento após 6 min.

Comparando os resultados obtidos entre as técnicas de alongamento balístico e FNP sustentar e relaxar (Figura 1) verificou-se, contudo, que ambas foram igualmente efetivas, não havendo diferença significativa na ADM imediatamente

após a aplicação das técnicas, tampouco após 24 horas da aplicação das mesmas; de tal forma, não se pode afirmar que uma das técnicas foi mais eficaz ou teve melhores resultados quando comparada à outra. Tais resultados vão de encontro aos achados de Sady *et al.* [20] e Wallin *et al.* [22], os quais obtiveram melhores resultados com o alongamento FNP sustentar-relaxar em termos de ganho de flexibilidade. Os resultados observados por Sady *et al.* [20] e Wallin *et al.* [22] são explicados por Enoka [36] segundo a premissa de que o alongamento será mais eficaz se aplicado com baixas tensões por um período prolongado de tempo. Entretanto, isto não ocorre quando se aplica o método balístico, onde cargas de elevada intensidade são aplicadas em um curto espaço de tempo. Apesar da comparação entre as diferentes técnicas de alongamento nenhum dos autores acima citados compararam a diferença após 24 horas da aplicação das mesmas.

Conclusão

Após a realização do presente estudo e nas condições experimentais aqui aplicadas, podemos concluir que houve um ganho significativo da ADM imediatamente e 24 horas após a aplicação do alongamento balístico e do alongamento sustentar-relaxar nos músculos isquiotibiais.

Podemos concluir, também, que os dois tipos de alongamento utilizados no estudo são igualmente eficazes na obtenção do ganho de flexibilidade dos músculos isquiotibiais e sua manutenção durante o período de 24hs, sem que se possa afirmar qual deles alcançou melhores resultados.

Referências

1. Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther* 1994;74:845-52.
2. Depino GM, Webright WG, Arnold BL. Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. *J Athl Train* 2000;35(1):56-9.
3. Mahieu NN, Mcnair P, De Muynck M, Estevens V, Blanckaert I, Smits N, et al. Effect of static and ballistic stretching on the muscle-tendon tissue properties. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(3):494-501.
4. Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train* 2005;40(2):94-103.
5. Magnusson PS, Simonsen EB, Aagaard P, Dyhre-poulsen P, Mchugh M, Kjaer M. Mechanical and physiological responses to stretching with and without preisometric contraction in human skeletal muscle. *Arch Phys Med Rehabil* 1996a;77:373-8.
6. Starring DT, Gossman MR, Nicholson Junior GG, Lemons J. Comparison of cyclic and sustained passive stretching using a mechanical device to increase resting length of hamstring muscles. *Phys Ther* 1988;68(3):314-20.
7. Whatman C, Knappsteina A, Hume Patria. Acute changes in passive stiffness and range of motion post-stretching. *Phys Ther Sport* 2006;7:195-200.

8. Winters MV, Blake CG, Trost JS, Marcello-Brinker TB, Lowe L, Garber MB, et al. Passive versus active stretching of hip flexor muscles in subjects with limited hip extension: A randomized clinical trial. *Phys Ther* 2004;84(9):800-7.
9. Reid DA, Mcnair PJ. Passive force, angle, and stiffness changes after stretching of hamstring muscles. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(11):1944-8.
10. Woolstenhulme MT, Griffiths CM, Woolstenhulme EM, Parcell AC. Ballistic stretching increases flexibility and acute vertical jump height when combined with basketball activity. *J Strength Cond Res* 2006;20(4):799-803.
11. Laroche DP, Connolly DA J. Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. *Am J Sports Med* 2006;34(6):1000-7.
12. Etnyre BR, Lee JA. Chronic and acute flexibility of men and women using three different stretching techniques. *Res Q Exerc Sport* 1988;59:222-8.
13. Feland JB, Marin HN. Effect of submaximal contraction intensity in contract-relax proprioceptive neuromuscular facilitation stretching *Br J Sports Med* 2004;38(18):1-2.
14. Prentice WE. A comparison of static stretching and PNF stretching for improving hip joint flexibility. *Athl Train* 1983;18:56-9.
15. Mahieu NN, Cools A, De Wilde B, Boon M, Witvrouw E. Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on the plantar flexor muscle-tendon tissue properties *Scand J Med Sci Sports* 2009;19(4):553-60.
16. Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML, McLachlan KA, Coutts AJ. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on stiffness and force-producing characteristics of the ankle in active women. *J Strength Cond Res* 2007;21(2):572-7.
17. Rowlands AV, Marginson VF, Lee J. Chronic flexibility gains: effect of isometric contraction duration during proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques. *Res Q Exerc Sport* 2003;74(1):47-51.
18. Schuback B, Hooper J, Salisbury L. A comparison of a self-stretch incorporating proprioceptive neuromuscular facilitation components and a therapist-applied PNF-technique on hamstring flexibility. *Physiotherapy* 2004;90:151-7.
19. Yuktasira B, Fatih K. Investigation in to the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *J Bodyw Mov Ther* 2009;13:11-21.
20. Sady SP, Wortman M, Blanke D. Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Arch Phys Med Rehabil* 1982;63(6):261-3.
21. Cornelius WL, Ebrahim K, Watson J, Hill DW. The effects of cold application and modified PNF stretching techniques on hip joint flexibility in college males. *Res Q Exerc Sport* 1992;63(3):311-4.
22. Wallin D, Ekblom B, Grahn R, Nordenbord T. Improvement of muscle flexibility. A comparison between two techniques. *Am J Sports Med* 1985;13(4):263-8.
23. Feland JB, Myrer JW, Merrill RM. Acute changes in hamstring flexibility: PNF versus static stretch in senior athletes. *Phys Ther Sport* 2001;2:186-93.
24. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Sorensen H, Kjaer M. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J Phys* 1996b;49(7):291-8.
25. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Kjaer M. Biomechanical response to repeated stretches in human hamstring muscle in vivo. *Am J Sports Med* 1996c;24(5):622-8.
26. Nordez A, Cornu C, Mcnair P. Acute effects of static stretching on passive stiffness of the hamstring muscles calculated using different mathematical models. *Clin Biomech* 2006;21:755-60.
27. Magnusson SP, Simonsen EB, Dyhre-poulsen P, Aagaard P, Mohr T, Kjaer M. Viscoelastic stress relaxation during static stretch in human skeletal muscle in the absence of EMG activity. *Scand J Med Sci Sports* 1996c;6:323-8.
28. Magnusson SP, Aagaard P, Nielson JJ. Passive energy return after repeated stretches of the hamstring muscle-tendon unit. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(6):1160-4.
29. Wiemann K, Hahn K. Influences of strength, stretching and circulatory exercises on flexibility parameters of the human hamstrings. *Int J Sports Med* 1997;18(5):340-6.
30. Nelson AG, Kokkonen J. Acute ballistic stretching inhibits maximal strength performance. *Res Q Exerc Sports* 2001;72:415-9.
31. Moller M, Ekstrand J, Oberg B, Gillquist J. Duration of stretching effect on range of motion in lower extremities. *Arch Phys Med Rehabil* 1985;66:171-3.
32. Spernoga SG, Uhl TL, Arnold BL, Gansneder BM. Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, modified hold-relax stretching protocol. *J Athl Train* 2001;36(1):44-8.
33. Osternig LR, Robertson RN, Troxel RK, Hansen P. Differential response to proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretch techniques. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:106-11.
34. Viveiros L, Farinatti P. Respostas agudas imediatas e tardias da flexibilidade na extensão do ombro em relação ao número de séries e duração do alongamento. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10(6):459-63.
35. Ferber R, Osternig LR, Gravelle DC. Effect of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults. *J Electromyogr Kinesiol* 2002;12:391-7.
36. Enoka RM. *Neuromechanical basis of kinesiology*. 2ª ed. Champaign: Human Kinetics; 1994.