

**Artigo original**

# Efeito do alongamento estático após diatermia de ondas curtas versus alongamento estático nos músculos isquiotibiais em mulheres sedentárias

## *Effect of static stretch after short-wave diathermy versus static stretch on ischiotibial muscles in sedentary women*

Carlos Eduardo Pinfieldi\*, Rodrigo Paschoal Prado\*, Richard Eloin Liebano, M.Sc.\*\*

.....

\*Fisioterapeuta, Professor Assistente em Fisioterapia Geral II do Instituto Municipal de Ensino Superior de Catanduva – IMES – EAFICA, \*\*Fisioterapeuta, Docente da UNICID em Fisioterapia Geral II e Docente do Instituto Municipal de Ensino Superior de Catanduva – IMES – EAFICA

**Palavras-chave:**  
músculos isquiotibiais,  
diatermia de ondas curtas,  
alongamento estático,  
flexibilidade.

### Resumo

O sedentarismo é uma das principais causas que leva a uma diminuição da flexibilidade muscular, causando algumas vezes alterações posturais. O alongamento é uma das técnicas mais utilizadas na fisioterapia para aumentar a flexibilidade muscular. O objetivo desse estudo foi analisar o efeito da diatermia de ondas curtas na flexibilidade dos músculos isquiotibiais em mulheres sedentárias. Trinta mulheres sedentárias com limitação da flexibilidade dos músculos isquiotibiais foram selecionadas através de 2 testes de flexibilidade e distribuídas ao acaso em 3 grupos (10 mulheres em cada grupo). Foi utilizado um sistema de polias com 7 kg para realização do alongamento. Grupo 1 (controle) não realizou nenhum tratamento, Grupo 2 – realizou alongamento estático por 3 minutos somente e o Grupo 3 realizou alongamento estático por 3 minutos após 20 minutos de diatermia de ondas curtas. Os grupos 2 e 3 realizaram o tratamento 3 vezes por semana durante um mês. Três dias após o término do estudo, as voluntárias foram avaliadas através de 2 testes de flexibilidade dos músculos isquiotibiais com o goniômetro. Os testes ANOVA e Tukey mostraram que as diferenças entre os grupos foram estatisticamente significativas ( $p < 0,005$ ) para ambos os testes. Os resultados desse estudo mostraram que o uso de diatermia de ondas curtas antes do alongamento estático pode ser mais efetivo para o aumento da flexibilidade muscular do que os procedimentos utilizados nos grupos 2 e 1.

Recebido 15 de dezembro de 2003; aceito 15 de março de 2004.

**Endereços para correspondências:** Carlos Eduardo Pinfieldi, rua Aracajú, 1352, Vila Santo Antônio 15801-250 Catanduva SP, Tel: (17) 3524-8203 / 9717-7712, E-mail: cepinfieldi@hotmail.com, Rodrigo Paschoal Prado, rua Rio grande do sul, 801, Higienópolis, 15804-040 Catanduva SP, Tel: (17) 3522-3983 / 9717-5734, E-mail: paschoalrp@hotmail.com.

### Abstract

#### Key-words:

ischiotibial muscles, short-wave diathermy, static stretching, flexibility.

The sedentarism is one of the main causes that lead people to a decrease of muscular flexibility, causing sometimes posture damage. The stretch is one of the most used techniques in physical therapy to increase muscular flexibility. The aim of this study was to analyse the short-wave diathermy effect in the ischiotibial muscles in sedentary women. Thirty sedentary women with limited flexibility ischiotibial muscles were selected through 2 ischiotibial muscles flexibility tests and randomly divided in 3 groups (10 women each group). It was used a pulley system with 7 kg (15,4 lb) in one of the sides to stretch. Group 1 (control) realized no treatment, group 2 realized static stretch for 3 minutes only and group 3 realized static stretch after 20 minutes of short-wave diathermy for 3 minutes. The groups 2 and 3 realized the treatment 3 times a week for one month. Three days after the study ended, the women were evaluated through 2 ischiotibial muscles flexibility tests with goniometer. The Anova and Tukey tests showed that the differences among the groups were statistically significant ( $P < 0,005$ ) for both tests. The results of this study showed that the use of short-wave diathermy prior to static stretch group 3, may be more effective for increasing ischiotibial muscles flexibility than the procedure used in the groups 2 and 1.

.....

### Introdução

O alongamento é uma das técnicas mais utilizada na fisioterapia para se obter um aumento da amplitude de movimento (ADM) por meio do aumento da flexibilidade muscular. Também atua na diminuição do tônus, encurtamento e espasmo muscular, além de ser utilizado para preparar a musculatura antes dos exercícios físicos, evitando assim, lesões musculares [1-5].

Para a escolha adequada de um alongamento, é necessário verificar o objetivo e a capacidade de cada indivíduo. Os tipos mais utilizados são: alongamentos ativo, passivo, balístico, facilitação neuromuscular proprioceptiva e estática [6,7]. O alongamento estático é o mais utilizado para se obter aumento da flexibilidade e relaxamento muscular [8].

Atualmente não há um consenso sobre a duração e frequência do alongamento, quando se refere ao aumento da flexibilidade muscular [9,10]. O alongamento não se torna eficaz quando utilizado por menos de 6 segundos, mas é eficiente quando utilizado de 15 a 30 segundos com um número maior de repetições [11-13].

Madding *et al.* [13] concluíram em um estudo que o alongamento por 15 segundos é tão eficaz quanto o de 2 minutos, enquanto outros autores como Bandy, Iron e Briggler [10] concluíram em sua pesquisa que o alongamento por 30 e 60 segundos é mais eficaz do que o alongamento por 15 segundos para o aumento da flexibilidade, não

havendo diferença entre os alongamentos de 30 e 60 segundos. Para obter um aumento ou manter a flexibilidade, um indivíduo sedentário deve-se alongar por pelo menos uma vez ao dia, 3 ou 5 dias por semana e mantê-lo alongado por maior tempo possível [9,4,14].

Segundo Souhard [15] quando se alonga um músculo aquecido, este se torna mais flexível facilitando o alongamento, porém retorna ao seu comprimento normal após resfriado. Um músculo não aquecido quando alongado, obtém um aumento no seu comprimento, mantendo assim esse novo comprimento.

Recentemente vários autores observaram que o tecido conectivo quando aquecido antes do alongamento, aumenta a extensibilidade do tecido encurtado, tornando-o mais confortável [12,14,16,17]. Quando a temperatura muscular aumenta, o tecido conectivo cede mais facilmente, diminuindo a força e o tempo de alongamento [8,18].

Wessling, DeVane, Hylton [8] utilizaram em seu estudo o alongamento estático e ultra-som combinado no músculo tríceps sural, comparando com o alongamento estático somente. Knight *et al.* [12] utilizaram como fonte de calor o ultra-som contínuo, exercícios de aquecimento ativo e calor superficial. Ambos os estudos mostraram que o alongamento estático combinado com o ultra-som contínuo apresentou melhores resultados do que os outros métodos

Devido aos resultados positivos das pesquisas que utilizaram aquecimento antes do alongamento [8,12,14,17],

foi escolhido a diatermia de ondas curtas contínuo como meio de calor profundo por ter uma ampla utilização no meio clínico e pela falta de pesquisas com este equipamento [19,20].

Dessa forma este estudo foi realizado com o propósito de determinar o efeito do alongamento estático após diatermia de ondas curtas versus alongamento estático na flexibilidade dos músculos isquiotibiais em mulheres sedentárias.

## Material e Método

Para a realização dessa pesquisa foi utilizado um equipamento de ondas-curtas modelo Diatermax 350p da marca KLD Biosistemas Equipamentos Eletrônicos Ltda, com 350 W de pico de potência, tipo contínuo e pulsado com repetição de pulso de 30 a 400 Hz, oscilação da frequência de 27,12 Mhz e comprimento de onda de 11,06 metros. Foram utilizados também dois eletrodos capacitivos flexíveis de borracha.

As voluntárias foram mensuradas com goniômetro universal para avaliar a ADM no início e no término da pesquisa. O alongamento estático foi realizado por um sistema com duas polias e uma corda. Uma das extremidades foi fixada ao tornozelo esquerdo da voluntária, enquanto a outra extremidade era fixada a um peso com 7 kilogramas. Antes do início do estudo, foi realizado um estudo piloto para determinar o peso utilizado no alongamento.

As voluntárias eram fixadas ao divã em decúbito dorsal com faixas elásticas. Uma das faixas era fixada no joelho direito da voluntária e a outra no quadril, para obter um melhor posicionamento para o alongamento (Fig. 1).

**Figura 1** – Sistema de polias.



Fonte: Dados do Autor

Trinta mulheres sedentárias entre 18 e 25 anos do Instituto Municipal de Ensino Superior de Catanduva – IMES – FAFICA foram selecionadas. As voluntárias leram

e assinaram um termo de consentimento, declarando que elas não estavam participando de nenhum programa de alongamento, e também que concordavam em participar do estudo. Os critérios de exclusão para o estudo foram gravidez, patologias vasculares, desordens neuromuscular, lesões em quadril, joelho e tornozelo e doenças malignas.

Para participar do estudo, as voluntárias tinham que exibir mais de 20° de perda de ADM em ambos os testes utilizados no estudo para verificar a flexibilidade dos músculos isquiotibiais.

## Procedimento

As voluntárias foram selecionadas com dois testes de flexibilidade dos músculos isquiotibiais.

No Teste 1 (T1), a voluntária permanecia deitada em decúbito dorsal com os membros inferiores estendidos, mas o joelho direito e o quadril fixados com faixas elásticas. O pesquisador sempre marcava o trocânter maior do fêmur com uma caneta permanente onde era posicionado o eixo do goniômetro. O mesmo pesquisador posicionava o goniômetro no ponto marcado, com o braço estacionário do goniômetro na linha axilar média do tronco e o braço móvel posicionado paralelamente a superfície lateral da coxa usando como referência o côndilo lateral do fêmur. O pesquisador pedia para a voluntária realizar a flexão ativa do quadril esquerdo (arbitrariamente escolhido) com o joelho estendido, definindo como ponto de mensuração quando a voluntária sentisse um leve desconforto ou um retesamento nos músculos isquiotibiais.

Neste momento era mensurada a ADM com o goniômetro usando o método descrito por Norkin, White [21]. A posição zero era considerada como posição neutra do quadril e a posição total era considerada como 90° de flexão do quadril (Fig. 2).

**Figura 2** – Teste (T1) de flexibilidade dos músculos isquiotibiais.



Fonte: Dados do Autor

No Teste 2 (T2) o pesquisador sempre marcava o trocânter maior do fêmur, o côndilo lateral do fêmur e maléolo lateral da tibia. Cada voluntária era posicionada em decúbito dorsal, com o quadril esquerdo e joelhos flexionados à 90° por mensuração goniométrica. O quadril e o joelho direito eram fixados com duas faixas elásticas.

O mesmo pesquisador do T1 posicionava o quadril esquerdo e o joelho flexionados a 90°. O segundo pesquisador posicionava o eixo do goniômetro no joelho esquerdo sobre o côndilo lateral do fêmur, com o braço estacionário do goniômetro na face lateral do fêmur, usando como referência o trocânter maior do fêmur e o braço móvel do goniômetro era posicionado na face lateral da fíbula usando como referência o maléolo lateral. O pesquisador pedia para voluntária fazer a extensão ativa do joelho esquerdo, definindo como ponto de mensuração quando a voluntária sentisse um leve desconforto ou um retesamento nos músculos isquiotibiais [21]. A posição neutra era considerada como 90° de flexão do joelho e a extensão total do joelho era considerada como zero grau (Fig. 3).

**Figura 3** – Teste (T2) de flexibilidade dos músculos isquiotibiais.



Fonte: Dados do Autor.

Após selecionadas, as 30 voluntárias foram randomizadas em 3 grupos com 10 em cada grupo.

O Grupo 1 (G1) não realizou protocolo de tratamento e serviu como grupo controle.

O Grupo 2 (G2) realizou alongamento estático somente por 3 minutos, 3 vezes por semana durante um mês. O alongamento estático foi realizado da mesma maneira do grupo 3.

O Grupo 3 (G3) recebeu diatermia de ondas curtas contínuo por 20 minutos antes de realizar o alongamento estático. O alongamento estático foi realizado por 3 minutos, 3 vezes por semana durante um mês. As voluntárias eram secadas com uma toalha para remover o suor. Logo após, a voluntária deitava sobre o divã na posição de decúbito dorsal e seus músculos isquiotibiais eram

aquecidos até elas referirem um calor confortável [19]. Foi utilizada a técnica coplanar, onde foi colocado um eletrodo na origem proximal dos músculos isquiotibiais, sob a tuberosidade isquiática e o outro eletrodo na origem distal, sob a junção músculo-tendinosa do joelho esquerdo. Após aquecido, a voluntária era alongada no sistema de polias (Fig. 4).

Três dias após o término do estudo, as voluntárias foram avaliadas com o T1 e T2. Os pesquisadores que realizaram essa avaliação foram os mesmo que realizaram a primeira avaliação, e eles não sabiam a qual grupo a voluntária pertencia.

**Figura 4** – Técnica Coplanar.



Fonte: Dados do Autor

## Resultados

Nesta pesquisa foi comparado qual protocolo de tratamento foi mais eficiente. Entretanto, foi utilizado 2 testes de flexibilidade dos músculos isquiotibiais, para avaliar o valor da ADM entre o início e o término da pesquisa para cada grupo. Para a análise estatística dos resultados foi realizado o teste ANOVA (Análise de Variância) para verificar

**Tabela I** - Valores em graus do pré-teste e pós-teste do Teste 1.

Grupos Voluntárias	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	pré- teste	pós- teste	pré- teste	pós- teste	pré- teste	pós- teste
01	50°	55°	35°	47°	42°	72°
02	53°	50°	37°	55°	38°	75°
03	50°	50°	40°	50°	45°	70°
04	68°	50°	48°	75°	41°	60°
05	38°	40°	30°	59°	50°	70°
06	42°	42°	48°	61°	42°	68°
07	50°	48°	37°	47°	51°	75°
08	53°	51°	32°	43°	55°	77°
09	63°	60°	56°	68°	39°	65°
10	46°	46°	50°	61°	47°	72°

Fonte: Dados do Autor.

o efeito do tratamento e o Teste de Comparação Múltipla de Tukey dois a dois para verificar a diferença entre os tratamentos.

Os testes ANOVA e Tukey mostraram que as diferenças entre os grupos foram estatisticamente significantes ( $p < 0,005$ ) para ambos os testes.

As Tabelas I e II mostram os valores em graus da ADM do Teste 1 e Teste 2, respectivamente, de cada voluntária, onde eram avaliadas no início e no término do estudo, chamados de pré-teste e pós-teste.

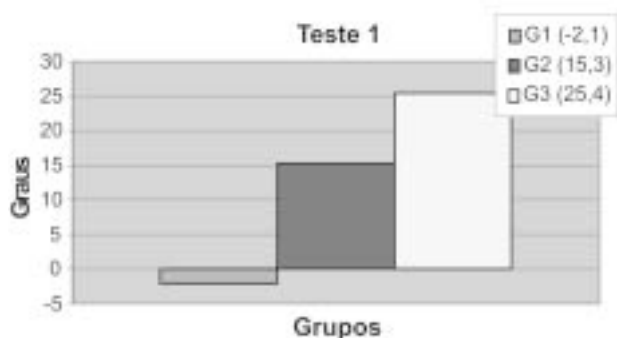
Os gráficos I e II ilustram as médias aritméticas obtidas dos valores entre o pré-teste e o pós-teste.

**Tabela II - Valores em graus do pré-teste e pós-teste do Teste 2.**

Grupos	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	pré-teste	pós-teste	pré-teste	pós-teste	pré-teste	pós-teste
01	38°	40°	43°	53°	38°	54°
02	43°	42°	32°	40°	43°	60°
03	34°	32°	30°	44°	48°	62°
04	58°	58°	48°	60°	35°	61°
05	40°	38°	40°	48°	44°	70°
06	35°	35°	35°	45°	45°	70°
07	32°	34°	32°	40°	32°	55°
08	35°	37°	30°	40°	32°	60°
09	42°	42°	45°	60°	30°	44°
10	35°	42°	30°	40°	25°	50°

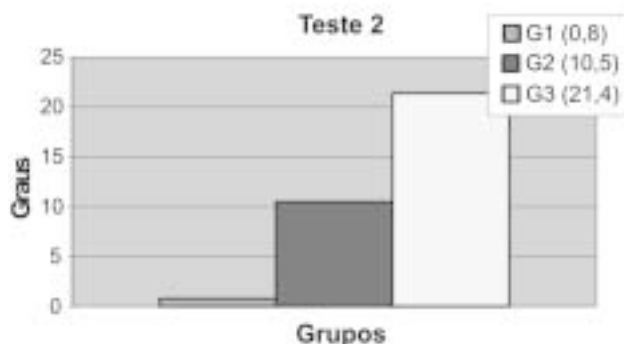
Fonte: Dados do Autor.

**Gráfico I – Médias aritméticas do T1.**



Fonte: Dados do Autor.

**Gráfico II – Médias aritméticas do T2**



Fonte: Dados do Autor.

## Discussão

O calor e o alongamento são freqüentemente utilizados clinicamente para aumentar a flexibilidade e restaurar perdas de ADM [8,10,11,22]. O calor vigoroso (maior que 4° acima da temperatura corpórea) aumenta a extensibilidade do tecido colágeno e diminui a viscosidade dos tecidos e tendões [16,20]. A diatermia de ondas curtas pode produzir um calor vigoroso em grandes áreas, levando a um relaxamento muscular, diminuição do espasmo muscular e diminuição do encurtamento muscular [23,24].

Alguns autores utilizaram o ultra-som, exercícios de aquecimento e calor superficial combinado com o alongamento estático nos músculos isquiotibiais, contudo o alongamento combinado com o ultra-som mostrou melhor resultado do que os outros métodos [8,12,14].

Este estudo é uma das primeiras documentações sobre o efeito do alongamento estático após diatermia de ondas curtas versus alongamento estático na flexibilidade dos músculos isquiotibiais em mulheres sedentárias. Sendo que este foi designado para obter um melhor entendimento de protocolos de alongamento para aumentar a ADM e como o uso da diatermia de ondas curtas pode afetar este protocolo na prática clínica [19,20].

Os músculos isquiotibiais foram escolhidos, porque eles são um dos principais músculos que sofrem encurtamento com o sedentarismo [2,4,11]. A diatermia de ondas-curtas é usada para aquecer estruturas profundas, sendo utilizada nesse estudo para aquecer os músculos isquiotibiais por inteiro, melhorando a efetividade dos fusos musculares [20].

Atualmente não há um consenso sobre duração e freqüência de alongamento quando se refere ao aumento da flexibilidade muscular, contudo foi utilizado 3 minutos, uma vez ao dia e 3 dias por semana durante um mês, porque para obter um aumento ou manter a flexibilidade, a mulher sedentária deve alongar pelo menos uma vez ao dia, 3 ou 5 dias por semana e mantê-lo alongado o maior tempo possível [4,9,14].

De acordo com os dados, depois de um mês do protocolo de alongamento, mostrou que o grupo 3 foi mais eficiente do que os outros grupos. Acredita-se que o grupo 3 mostrou melhor resultado em ambos os testes, porque a elevação da temperatura aumenta a taxa de disparo das fibras tipo II aferente do fuso muscular e gama eferente e um aumento na taxa de disparo das fibras tipo Ib dos órgãos tendinosos de golgi (OTG) [25-29].

Essas mudanças na taxa de disparo dos nervos contribuem para redução da taxa de disparo do motoneurônio alfa, relaxando o músculo e aumentando assim a flexibilidade muscular com o alongamento [27,28].

A elevação da temperatura também pode mudar a viscoelasticidade do tecido conectivo e resultar numa alongação plástica depois do alongamento [8,29,30].

## Conclusão

Ambos os grupos experimentais (G2 e G3) aumentaram a amplitude de movimento em ambos os testes, mas o uso da diatermia de ondas curtas por 20 minutos antes do alongamento obteve uma maior aumento na flexibilidade dos músculos isquiotibiais. Este estudo permitirá maiores opções na efetividade do aumento da flexibilidade muscular.

## Referências

- Fountain FP, Gersten JW, Senger O. Decrease in muscle spasm produced by ultrasound, hot packs and IR. *Arch Phys Med Rehabil* 1960;41:293-99.
- Halbertsma JP, Goeken LNH. Stretching exercises: Effect on passive extensibility and stiffness in short hamstring of healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75:976-81.
- Gracies JM. Physical modalities other than stretch in spastic hypertonia. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2001;12:769-92.
- Halbertsma JP, Bolhuis AIV, Goeken LNH. Sport stretching: effect on passive muscle stiffness of short hamstring. *Arch Phys Med Rehabil* 1996;77:688-92.
- Worrel T, Smith TL, Winegardner J. Effect of hamstring stretch on hamstring muscle performance. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994;20:154-9.
- 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;36:44-8.
- Roberts JM, Karen W. Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *Sports Med* 1999;33:259-63.
- Wessling KC, deVane DA, Hylton CR. Effects of static stretch versus static stretch and ultrasound combined on triceps surae muscles extensibility in healthy women. *Phys Ther* 1987;67:674-9.
- Depino GM, Webright WG, Arnold BL. Duration of maintained hamstring flexibility following cessation of an acute static stretch protocol. *J Athl Train* 2000;35:56-9.
- Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther* 1997;77:1090-6.
- Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther* 1994;74:845-52.
- Knight CA et al. Effect of superficial heat, deep heat, and active exercise warm-up on the extensibility of the plantar flexors. *Phys Ther* 2001;81:1206-14.
- Madding SW et al. Effect of duration of passive stretch on hip abduction range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther* 1987;8:409.
- Henricson A, Fredericksson K, Persson I et al. The effect of heat and stretching on the range of hip motion. *J Orthop Sports Phys Ther* 1984;6:110-15.
- Souchard P. O stretching global ativo: A reeducação postural global a serviço do esporte. 2ª ed. São Paulo: Manole; 1996. p.170.
- Lehmann JF, Masock AJ, Warren CG, Koblanski JN. Effect of therapeutic temperatures on tendon extensibility. *Arch Phys Med Rehabil* 1970;51:481-7.
- Church JB, Wiggm MS, Moode FM, Crist R. Effect of warm-up in flexibility treatments on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 2001;15:332-6.
- Rosebaum D, Hennig EM. The influence of stretch and warm-up exercises on Achilles tendon reflex activity. *J Sports Sciences* 1995;13:481-90.
- Shields N, Gormley J, O'hare N. Short-wave diathermy: current clinical and safety practices. *Physiother Res Int* 2002; 7:191-202.
- Goats GC. Continuous short-wave (radio-frequency) diathermy. *Br J Sp Med* 1989;23:123-27.
- Norkin CC, White, DJ. Measurement of joint motion: A Guide to Goniometry. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: FA Davis Co; 1995. p.221.
- Draper DO, Anderson C, Schulthies SS, Ricard MD. Immediate and residual changes in dorsiflexion range of motion using an ultrasound heat and stretch routine. *J Athl Train* 1998;33:141-44.
- Draper DO, Miner L, Knight KL, Ricard MD. The carry-over effects of diathermy and stretching in developing hamstring flexibility. *J Athl Train* 2002;37:37-42.
- Peres SE, Draper DO, Knight KL, Ricard MD, Durrant E. Pulsed shortwave diathermy and prolonged long-duration stretching increase dorsiflexion range of motion more than identical stretching without stretching. *J Athl Train* 2001;37:43-50.
- Jami L. Golgi tendon organ in mammalian skeletal muscle: Functional properties and central actions. *Physiol Rev* 1992;72:623-66.
- Moore JC. The Golgi tendon organ: A review and update. *Am J Occup Ther* 1984;38:227-36.
- Mense S. Effect of temperature on the discharge of muscle spindles and tendon organs. *Pflugers Arch* 1978;374:159-66.
- Fischer M, Schafer SS. Temperature effect on the discharge frequency of primary and secondary endings of isolated cat muscle spindle recorded under a ramp and hold stretch. *Brain Res* 1999;840:1-15.
- Taylor DC, Dalton JD, Seaber AV, Garrett WE. Viscoelastic properties of muscle tendon units: The biochemical effects of stretch. *Am J Sports Med* 1990;18:300-09.
- Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Boesen J, Kjaer M. Determinants of musculoskeletal flexibility: Viscoelastic properties cross-sectional area, EMG and stretch tolerance. *Scand J Med Sci Sports* 1997;7:195-202. ■