

ASPECTOS CLÍNICOS DO ALONGAMENTO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Rosário, J. L. R.,¹, Marques, A. P.,^{1,2} Maluf, S. A.³

¹Programa de pós-graduação em Fisiopatologia Experimental da Faculdade de Medicina, USP, São Paulo, SP.

²Departamento de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, USP, São Paulo, SP.

³Ms Fisioterapeuta

Publicado na **Revista Brasileira de Fisioterapia**;8(1):83-88, jan.-abr. 2004.

Correspondência para:

- Amélia Pasqual Marques, Departamento de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade de São Paulo, Rua Cipotânea, 51, CEP, São Paulo, SP, e-mail: pasqual@usp.br

- José Luís Pimentel do Rosário – e-mail: zé.fisio@gmail.com

RESUMO

Embora os exercícios de alongamento sejam muito usados na Fisioterapia, para corrigir ou prevenir desvios posturais, a literatura apresenta alguns pontos controversos. Foi realizada uma revisão de literatura com o objetivo de organizar e discutir as publicações mais recentes sobre alongamento quanto ao tipo, ganho de sarcômeros e viscoelasticidade, tempo de duração, prevenção de lesões e influência na postura. Foi possível concluir que as melhores opções são o alongamento estático segmentar, o global e a facilitação proprioceptiva neuromuscular; como efeito imediato do alongamento, o ganho de amplitude de movimento se deve à diminuição da viscoelasticidade, mas após um período de treinamento, deve-se ao ganho de sarcômeros em série; para alongamentos estáticos segmentares de curta duração em músculos saudáveis, o tempo ideal de alongamento está em torno de 30 segundos; e, segundo os estudos, o alongamento feito antes de uma atividade não previne lesões. Há muitas divergências nos resultados dos diferentes estudos, o que sugere a necessidade de padronização nas metodologias de futuros estudos.

INTRODUÇÃO

A flexibilidade é algo tão inerente ao ser humano quanto o próprio movimento. Todos os meios de expressão humana, como falar, dançar, pintar, correr, escrever, entre tantos outros se dão através da movimentação. Feland *et al.*¹ em estudo sobre alongamento realizado com idosos, verificaram que quanto mais ativa é a pessoa, maior a sua amplitude movimento. O mover-se está intimamente ligado à vida e à sobrevivência, sendo a flexibilidade um de seus aspectos. Daí vem a sua importância nas mais variadas modalidades esportivas e na reabilitação.

Mas apesar de inúmeras publicações sobre alongamento, há poucos estudos conclusivos. Muitos autores discordam entre si na tentativa de estabelecer parâmetros, sendo difícil, em alguns casos, escolher na prática clínica, um protocolo de alongamento apropriado.

O objetivo deste estudo foi organizar e discutir as publicações recentes sobre alongamento quanto ao tipo, ganho de sarcômeros e viscoelasticidade, duração, prevenção de lesões e influência na postura. Para isso foi realizada uma pesquisa na base de dados MEDLINE, LILACS e livros texto, no período de 1997 a 2002, complementada com a busca de estudos citados nestas referências bibliográficas. Dentre os artigos encontrados foram excluídos aqueles que possuíam falhas metodológicas como baixo número de sujeitos ou falta de um grupo controle.

TIPOS DE ALONGAMENTO

Alongamento estático

Consiste em alongar um músculo até um ponto tolerável e sustentar a posição por um período de tempo. O alongamento estático tem o menor risco de lesão e acredita-se ser o mais seguro método de alongamento, além de ser o mais usado². Além disso, resolve os problemas de restrições de tempo e espaço limitados, podendo ser realizado em qualquer lugar.

Alongamento balístico

Usa o momento do balanço de um segmento corporal de maneira rítmica para alongar os músculos vigorosamente. A produção de tensão rápida e intensa num período curto de tempo, contradiz o uso de pouca força num período longo de tempo e, o rápido aumento em tensão causado pelo reflexo miostático pode produzir a ruptura do tecido. Por causa desses argumentos, o uso do alongamento balístico é baixo^{2,3,4}.

Contração muscular excêntrica

É o afastamento da origem e da inserção muscular aliado a uma contração do mesmo músculo. Salvini⁵ afirma que quando as contrações excêntricas são realizadas sem exagero, levam a um aumento no número de sarcômeros em série e em paralelo, que levaria a um aumento na flexibilidade muscular, amplitude de movimento articular e hipertrofia².

Facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP)

Envolve técnicas que usam contrações isométricas breves do músculo a ser alongado antes do alongamento estático⁶. A FNP procura facilitar o órgão tendinoso de Golgi a inibir os músculos nos quais se situa e usa o princípio da inibição recíproca. Esta técnica obtém resultados mais satisfatórios que o alongamento estático^{4,7,8,9}. A desvantagem em relação ao alongamento estático é que a FNP não só requer um profissional para aplicá-la, mas também atenção exclusiva a um indivíduo^{6,10}.

Alongamento global

A idéia de cadeias musculares se baseia no alongamento de músculos encurtados e vem da observação empírica da criadora do método (Mézières) que percebeu que o encurtamento de um músculo cria compensações em músculos próximos ou distantes. Portanto a idéia do alongamento global é, ao invés de alongar um músculo isoladamente, alongar vários músculos organizados em cadeias.¹¹ Embora não existam trabalhos que comprovem a eficácia deste método, por se tratar de um alongamento que se estende por

muito tempo (20 minutos em média), está de acordo com estudos de Warren *et al.*^{12,13} que dizem que o tempo necessário para alongar um tecido é inversamente proporcional à força aplicada. Portanto o alongamento de longa duração requer menos força para produzir um ganho em flexibilidade que só seria possível em alongamentos de menor duração com a aplicação de uma força muito alta, podendo produzir lesões.

GANHO DE SARCÔMEROS X VISCOELASTICIDADE

Os músculos não são puramente elásticos, mas viscoelásticos. Uma substância elástica como uma borracha estica sob efeito de uma força e retorna ao seu comprimento imediatamente após cessar esta força e este efeito não depende do tempo. Já no músculo o componente elástico da curva tensão/comprimento é representado pelas estruturas envolvidas no armazenamento e liberação de energia mecânica do músculo ativo. Estas estruturas são os tendões e parte da estrutura das pontes que unem os filamentos de actina e miosina¹⁴. Por outro lado, o deformar de uma substância viscoelástica* é dependente do tempo. A exemplo do que acontece com uma substância viscoelástica, se uma força constante for aplicada ao músculo, este tem seu comprimento aumentado ao longo do tempo, ou se um músculo for alongado em comprimento mantido constante, a força necessária diminui ao longo do tempo. Quando a força é removida, ele retorna vagarosamente ao seu comprimento original, o que é diferente de uma deformação plástica, onde o material, como um saco plástico, fica permanentemente esticado mesmo após a força ter sido removida. Portanto quando um músculo é mantido numa posição alongada estaticamente, a tensão passiva do músculo diminui com o tempo e isto pode ser referido como o relaxamento do estresse viscoelástico¹⁵. Magnusson *et al.*¹⁶ afirma que o alongamento estático de 45 segundos resultou num relaxamento do estresse viscoelástico instantâneo de 18 a 20%. Mas o encurtamento usual volta em menos de 1 hora¹⁷.

Resumindo, o alongamento tem como efeito imediato, o aumento da amplitude de movimento através de um decréscimo na viscoelasticidade e por um aumento na tolerância ao alongamento⁷.

Porém alguns autores afirmam que o ganho de amplitude de movimento provocado por algumas semanas de alongamento não se explica nem pela viscoelasticidade, nem pelo ganho de sarcômeros, mas sim por um aumento na tolerância ao alongamento, enfatizando que este ganho não é necessariamente acompanhado de uma diminuição no encurtamento muscular e que isso tem sido erroneamente atribuído a mudanças histológicas no músculo¹⁸.

No entanto, os trabalhos que discutem a imobilização deram uma grande contribuição para o entendimento do ganho e perda de sarcômeros. Pesquisas de Goldspink¹⁹ e Williams & Goldspink²⁰ mostraram que o aumento no comprimento da fibra muscular durante o crescimento normal está associado com grande aumento no número de sarcômeros entre a extensão das fibras.

Um estudo realizado com defração a laser mostrou um aumento no comprimento dos sarcômeros de 3.1 para 3.5 μ m do extensor ulnar do carpo de coelhos alongado 3mm com procedimentos cirúrgicos²¹. Quando esse alongamento foi mantido por vários dias, o comprimento dos sarcômeros retornou ao valor de 3.1 μ m, sugerindo a adição de sarcômeros.

A diminuição na extensibilidade parece ser um mecanismo de segurança que previne o músculo de ser subitamente superalongado^{22,23}. Esse mecanismo é particularmente importante no músculo encurtado, porque o alongamento, mesmo na amplitude normal de movimento, faria com que os sarcômeros tivessem os filamentos de miosina e actina sobrepostos, causando, assim, dano permanente ao músculo^{22,23} e grande perda de força contrátil. Mas o principal efeito dessas mudanças no número de sarcômeros e no comprimento muscular serve

* viscoelástico é um material possuidor das qualidades elásticas e viscosas sendo que viscosidade é a propriedade de resistir às cargas que produzem cisalhamento e fluxo.

para adaptar o músculo de maneira a gerar níveis de tensão favoráveis em sua nova posição e comprimento².

Williams²⁴, realizou um trabalho com seis grupos de ratos. O primeiro grupo não foi imobilizado, o segundo teve o músculo sóleo imobilizado em posição de encurtamento por duas semanas, e os outros também foram imobilizados, mas tiveram um período diário de alongamento de ¼ h, ½ h, 1h e 2h. Após duas semanas o grupo imobilizado teve uma perda considerável da amplitude de movimento e o número de sarcômeros em série do músculo foi reduzido em 19%. O alongamento de ¼ hora teve um aumento na amplitude de movimento e uma pequena, mas significativa perda de sarcômeros em série. Períodos de alongamento de ½ e 1 hora mantiveram a dorsiflexão normal do tornozelo e preveniram a perda de sarcômeros e com 2 horas de alongamento diário houve um aumento no número de sarcômeros em série de 10%.

A DURAÇÃO DO ALONGAMENTO

Tempo de alongamento

Madding *et al.*²⁵ compararam o efeito de 15, 45 e 120 segundos de alongamento passivo em posição abduzida de quadril. Eles relataram que o alongamento sustentado por 15 segundos foi tão efetivo quanto o sustentado por 120 segundos. Já Bandy *et al.*²⁶ examinaram os efeitos do tempo de alongamento de isquiotibiais em três grupos por 15, 30 e 60 segundos, cinco vezes por semana, durante seis semanas, e comparados com um grupo controle que não foi alongado. A eficácia foi igual em 30 e 60 segundos, sendo que ambos foram mais efetivos que 15 segundos ou nenhum alongamento.

No trabalho de Borms *et al.*²⁷ foi concluído que alongamento de 10 segundos foi tão efetivo quanto os de 20 ou de 30 segundos. Mas os dados parecem apontar para o fato de que os grupos alongados por 20 e 30 segundos chegaram a um platô depois de sete semanas, mas o grupo alongado por 10 segundos aumentou a amplitude de movimento gradualmente

durante as dez semanas inferindo-se que os alongamentos com duração mais longa geram um ganho de amplitude de maneira mais rápida.

Feland *et al.*¹ em estudo realizado com idosos, concluíram que alongamentos de 15 e 30 segundos repetidos quatro vezes em cada sessão, cinco vezes por semana por seis semanas, aumentaram a amplitude de movimento significativamente em relação ao grupo controle, porém o grupo que alongou por 60 segundos foi o que obteve maior amplitude articular.

Kisner *et al.*²⁸ afirmam que os ganhos obtidos com alongamentos de curta duração são transitórios e atribuídos a uma folga temporária entre as actinas e miosinas nos sarcômeros. Já o alongamento de 20 minutos ou mais traria ganhos mais duradouros. Woo & Young²⁹ argumentam que quando uma substância é exposta a uma força passiva (alongamento), ela será deformada de acordo com as propriedades viscoelásticas do material, e quando uma força relativamente baixa é sustentada por um longo período de tempo, a maioria dos materiais deforma de uma maneira tempo-dependente. Isto tem relação com o que se chama em biomecânica de arrasto “*creep*” que ocorre quando uma carga de baixa magnitude é aplicada por um longo período de tempo³⁰. Quando a força é interrompida, o tecido volta ao seu comprimento original, também de maneira tempo-dependente. Warren *et al.*^{12,13} disseram que quando forças de tração são continuamente aplicadas, o tempo requerido para alongar o tecido, a uma quantidade específica, varia inversamente com as forças usadas. Esses mesmos autores discutem que uma força muito grande pode provocar danos aos tecidos musculares e será difícil de ser mantido por um período grande, mas um alongamento mais leve mantido por um tempo longo é mais seguro e mais eficaz.

Mas é importante ressaltar que quando se fala de ganhos a longo prazo o tecido muscular não aumenta de tamanho só pela viscoelasticidade, mas também por um aumento no número de sarcômeros.

Repetições subseqüentes de alongamentos

Magnusson *et al.*¹⁶ estudando o efeito imediato do alongamento estático de 45 segundos em isquiotibiais repetidos por três vezes, observaram que o alongamento não facilitou em nada o aumento da amplitude do seguinte realizado após 30 segundos de descanso.

Bandy *et al.*³¹ examinaram os efeitos da freqüência diária de alongamento de isquiotibiais cinco vezes por semana, durante seis semanas, em cinco grupos: controle, alongamento de 1 minuto uma vez por dia, 1 minuto três vezes por dia, 30 segundos uma vez por dia e 30 segundos três vezes por dia. Concluíram que todos os grupos experimentais tiveram flexibilidade aumentada em relação ao controle, mas não tiveram diferença estatisticamente significativa entre si.

O ALONGAMENTO NA PREVENÇÃO DE LESÕES

O uso de exercícios de alongamento para aumentar a flexibilidade é, geralmente, baseado na idéia de que podem diminuir a incidência, a intensidade ou a duração da lesão musculotendinosa e articular^{32,33}. Uma extensibilidade articular mínima parece ser vantajosa em alguns esportes e atividades para prevenir lesões musculares ou distensões articulares. Aparentemente uma boa amplitude irá prevenir a lesão quando os músculos e articulações forem, de maneira exagerada, alongados acidentalmente. Contudo, esta afirmação não deve ser interpretada como se a flexibilidade articular máxima fosse prevenir a lesão. A afirmação de que há benefício em alongar um músculo até uma amplitude de movimento extrema, deve ser revista. De qualquer maneira, alguns atletas³⁴, como os ginastas, devem estar aptos para alcançar uma extrema amplitude de movimento sem danificar os tecidos circundantes.

Shrier³⁵, numa ampla revisão de literatura encontrou 138 artigos, dos quais selecionou apenas doze que usaram grupo controle. Desses, quatro sugeriram que o alongamento antes do exercício traz benefícios, três sugeriram o contrário e cinco não acharam diferença. O autor

concluiu que o único estudo prospectivo que mostrou efeitos benéficos do alongamento antes de exercício, usou múltiplas intervenções sendo assim temeroso afirmar qual foi o exato efeito do alongamento. Os outros estudos prospectivos que estudaram o alongamento isoladamente antes dos exercícios não acharam diferença significativa na frequência de lesões.

Um estudo realizado na Austrália com aproximadamente 1800 recrutas do exército divididos em grupo controle e grupo alongado (seis grupos musculares do membro inferior) por 20 segundos durante três meses³⁶ teve como resultado que o alongamento, na melhor das hipóteses, reduziu o risco de lesão em 5%, e os resultados não foram estatisticamente significantes. Mas os autores não comentaram se os recrutas tinham um treino anterior de alongamento. Em caso afirmativo três meses podem não ter sido suficientes para o grupo controle perder sarcômeros em série até um grau que predisporia a lesões, ou em caso negativo três meses podem não ter sido suficientes para que o grupo alongado aumentasse o número de sarcômeros até um comprimento muscular que pudesse prevenir lesões.

POSTURA

A postura estática se refere ao alinhamento e manutenção dos segmentos corporais em certas posições, como por exemplo deitado, sentado ou em pé. Alguns desvios de postura podem ser antiestéticos, influenciar adversamente a eficiência muscular, e predispor indivíduos a condições musculoesqueléticas patológicas. Se os segmentos corporais são mantidos fora de alinhamento por períodos extensos, a musculatura se acostumará numa posição encurtada, sendo essa musculatura tida como forte, com antagonistas alongados e tidos como fracos³⁷. Mas alguns autores como Flint *et al.*³⁸; Walker *et al.*³⁹; e Youdas *et al.*⁴⁰, não encontraram uma relação significativa entre lordose lombar e força dos flexores do tronco. Pensando que para manter uma postura por um longo tempo os exercícios de resistência muscular podem ser mais importantes do que exercícios de força máxima,

Mulhearn & George⁴¹, investigaram a associação entre a resistência dos músculos abdominais e a postura lombar, também não encontrando nenhuma relação significativa.

Itoi⁴² realizou um estudo prospectivo por dois anos e testou a hipótese de que aumentando a força dos extensores do tronco poderia reduzir uma hipercifose. O grupo que fez extensão do tronco em decúbito ventral 10 vezes cinco dias por semana, aumentou a força significativamente mais do que o grupo controle que não fez exercícios, mas não teve nenhuma diferença radiográfica quanto à cifose. Em 1958, Coppock⁴³ não achou relação entre a amplitude de movimento da extensão horizontal do ombro e a escápula abduzida. Flint *et al.*³⁸ não acharam correlação significativa entre a lordose lombar medida radiograficamente e a amplitude de movimento da flexão e extensão do tronco e extensão do quadril em mulheres. Youdas *et al.*⁴⁰ não acharam associação significativa entre o comprimento da musculatura das costas com lordose lombar, mas achou significativa relação entre o comprimento muscular abdominal com a lordose lombar.

Pensando na possibilidade de que o fortalecimento não seja efetivo em uma correção postural sem que se alongue o antagonista, Alizadeh & Standring⁴⁴ estudaram o efeito da combinação de alongamento e fortalecimento muscular na lordose lombar e encontraram uma pequena diferença no decréscimo da lordose lombar no grupo experimental que praticou alongamento da coluna lombar e exercícios para os extensores do quadril e flexores do tronco três vezes por semana por quatro semanas. El-Sayyad⁴⁵ comparou três grupos: um que realizou exercícios, outro exercícios com colete, e o terceiro que combinou exercícios com estimulação elétrica, para mudanças na escoliose idiopática. Após três meses todos os grupos diminuíram a escoliose, mas não houve diferença significativa entre os grupos. Wang *et al.*⁴⁶ investigaram a influência de um programa de fortalecimento e alongamento no posicionamento da escapula. Os exercícios foram feitos três vezes por semana e após seis semanas nenhuma mudança foi observada.

De qualquer maneira, os estudos em relação à postura são pouco conclusivos. Talvez não se possa analisar aspectos da postura isoladamente. Por exemplo, é difícil dizer que a lordose lombar é causada somente por fraqueza de músculos abdominais ou encurtamento de paravertebrais já que outros músculos (iliopsoas ou diafragma) podem estar envolvidos e influenciando na adoção da mesma postura.

CONCLUSÕES

Apesar da existência de inúmeras pesquisas sobre o uso das técnicas de desenvolvimento e manutenção da flexibilidade, são raros os estudos longitudinais que tenham um período de observação superior a poucos meses. É surpreendente que o nosso conhecimento esteja baseado puramente em estudos tão curtos. De qualquer maneira, algumas conclusões puderam ser discutidas.

Tipos de alongamento - O alongamento estático é um dos mais eficazes, além de constar na literatura como o mais seguro. A contração muscular excêntrica é mais eficiente que o alongamento estático embora seja necessário um cuidado maior quanto às lesões. A Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (PNF) produz mais resultados que o alongamento estático, mas é preciso um profissional devidamente treinado e dando atenção exclusiva ao indivíduo. Não há literatura disponível sobre o alongamento global, mas pelas bases teóricas é provável que seja superior ao estático, mas com as mesmas limitações da FNP.

Ganho de sarcômeros X ganho em viscoelasticidade - O treino de flexibilidade tem como efeito imediato um aumento da amplitude de movimento pelo decréscimo na viscoelasticidade, mas após um período de treinamento este aumento na amplitude se deve ao ganho de sarcômeros em série.

Duração do alongamento - Para alongamentos em um curto intervalo de tempo, 30 segundos obteve melhores resultados que tempos mais baixos e resultados semelhantes a um minuto em uma população jovem. Numa população idosa um minuto foi mais eficiente que

30 segundos. De qualquer maneira esses resultados se aplicam em tecidos saudáveis. Condições patológicas podem requerer tempos diferentes de tratamento.

Repetir o alongamento estático até três vezes com intervalos de alguns segundos se mostrou ineficiente. Existem poucas informações sobre alongamentos mantidos por um tempo maior, mas em músculos imobilizados 2 horas de alongamento foram bem superiores a ¼ h, o que está de acordo com as teorias da biomecânica.

Alongamento na prevenção de lesões - Aparentemente o alongamento realizado antes de uma atividade não previne lesões. Mais estudos precisam ser realizados para verificar se o ganho de flexibilidade a longo prazo pode ajudar a evitar danos.

Postura – Não é possível concluir com base nos artigos revisados que o alongamento ou o fortalecimento fazem ou não um efeito na postura, necessitando mais trabalhos com abordagens diferentes.

A dificuldade em obter conclusões exatas sobre muitos aspectos do alongamento está também numa falta de padronização nos trabalhos. O número de repetições por dia e por semana, avaliações, intensidade do exercício e grupo muscular estudado são algumas das variantes de um estudo para outro. A falta de variáveis seguras para um tipo de exercício tão usado no esporte e na reabilitação é alarmante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FELAND, J. B., MYRER, J. W., SCHULTHIS, S. S., FELLINGHAM, G. W. & MEASON, G. W., 2001, The effect of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Phy Ther.* 81(5): 1110-7.
2. ALTER, M. J., 1996, *Ciência da flexibilidade*. Artmed. São Paulo.
3. CIULLO, J. V. & ZARINS, B., 1983, Biomechanics of the musculotendinous unit: Relation to athletic performance and injury. *Clin Sport Med* 2:71-86.

4. SADY, S. P., WORTMAN, M. & BLANKE, D., 1982, Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Arch Phys Med Rehabil* 63:261-263.
5. SALVINI, T. F., 2000, Plasticidade e adaptação postural dos músculos esqueléticos. In: MARQUES, A. P., *Cadeias musculares - um programa para ensinar avaliação fisioterapêutica global*. Manole. São Paulo.
6. KNOTT, M. & VOSS, D., 1968, *Proprioceptive neuromuscular facilitation: patterns and techniques*, Harper & Row. New York.
7. SHRIER, I. & GOSSAL, K., 2000, Myths and truths of stretching. *Physician and Sports Medicine*; 28 (8): 57-62.
8. ETNYRE, B. R. & LEE, E.J., 1988, Chronic and acute flexibility of men and women using three different stretching techniques. *Res Q*. 59:222-228.
9. OSTERNIG, L. R., ROBERTSON, R., TROXEL, R. & HANSEN, P., 1987, Muscle activation during proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching techniques. *Am J Phys Med*;66(5):298-307
10. OSTERNIG, L. R., ROBERTSON, R., TROXEL, R. & HANSEN, P.,1990, Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretch technique. *Med Sci Sports Exerc* 22:106-111.
11. MARQUES, A. P., 2000, *Cadeias musculares – um programa para ensinar avaliação fisioterapêutica global*. Manole. São Paulo.
12. WARREN, C. G., LEHMANN, J. F. & KOBLANSKI, J. N., 1971, Elongation of rat tail tendon: effect of load and temperature. *Arch Phys Med Rehabil*, 57(3), 122-6.
13. WARREN, C. G., LEHMANN, J. F. & KOBLANSKI, J. N., 1976, Heat and stretch procedures: an evaluation sing rat tail tendon. *Arch Phys Med Rehabil*, 57(3), 122-6.

14. DURIGON, O. F. S., 1995, Alongamento muscular. Pt II – A interação mecânica. *Rev Fisioter Univ São Paulo.*, 2(2): 2-8.
15. MCHUGH, M. P., MAGNUSSON, S. P., GLEIM, G. W. & NICHOLAS, J. A., 1992, Viscoelastic stress relaxation in human skeletal muscle. *Med Sci Sports Exerc* Dec; 24: 1375-82.
16. MAGNUSSON, S. P., AAGAARD, P. & NIELSON, J. J., 2000, Passive energy return after repeated stretches of the hamstring muscle tendon unit. *Med Sci Sports Exerc.* 32(6): 1160-64.
17. MAGNUSSON, S. P., SIMONSEN, E. B., AAGAARD, P. & KJAER, M., 1996, Biomechanical responses to repeated stretches in human skeletal muscle in vivo. *Am J Sports Med*; 24(5):622-8.
18. MAGNUSSON, S. P., 1998, Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers. *Scand J Med Sci Sports*: 8: 65-77.
19. GOLDSPINK, G., 1968, Sarcomere length during post-natal growth in mammalian muscle fibers. *Journal of Cell Science*, 3(4): 539-48.
20. WILLIAMS, P. E. & GOLDSPINK, G., 1971, Longitudinal growth of striated muscle fibers. *Journal of Cell Science*, 9(3), 751-67.
21. MATANO, T., TAMAI, K. & KUROKAWA, T., 1994, Adaptation of skeletal muscle in limb lengthening: a light diffraction study on the sarcomere length in situ. *J Orthop Res.*; 12:193-6.
22. TABARY, J. C., TABARY, C., TARDIEU, C., TARDIEU, G. & GOLDSPINK, G., 1972, Physiological and structural changes in the cat's soleus muscle due to immobilization at different lengths by plaster casts. *Journal of Physiology*, 224(1), 231-44.

23. WILLIAMS, P. E. & GOLDSPINK, G., 1976, The effect of denervation and dystrophy on the adaptation of sarcomere number to the functional length of the muscle in young and adult mice. *Journal of Anatomy*, 122(2), 455-65.
24. WILLIAMS, P. E., 1990, Use of intermittent stretch in the prevention of serialsarcomere loss in immobilised muscle. *Annals of the Rheumatic Diseases* 49: 316-7.
25. MADDING, S. D., WONG, J. D., HALLUM, A. & MEDEIROS, J. M., 1987, Effects of duration or passive stretching on hip abduction range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther.*;8:409-16.
26. BANDY, W. D. & IRION, J. M. 1994, The effect of static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther.* 74:845-50.
27. BORMS, J., VAN ROY, P. & SANTANS, J-P., 1987, Optimal duration of static stretching exercises for improvement of coxo-femoral flexibility. *J Sports Sci.* 5 : 39-47.
28. KISNER, C. & COLBY, L. A., 1992, *Exercícios terapêuticos - fundamentos e técnicas*. Manole. São Paulo.
29. WOO, S. L-Y. & YOUNG, E. P., 1991, Structure and function of tendons and ligaments. In: MOW VC, HAYES WC, eds. *Basic Orthopaedic Biomechanics*. Raven Press: New York, NY.
30. LE VEAU, B. F., 1993, Biomecânica básica na terapia esportiva e ortopédica. In: GOULD III, J. A.: *fisioterapia da ortopedia e na medicina do esporte*. Manole. São Paulo.
31. BANDY, W. D., IRION, J. M. & BRIGGLER, M., 1997, The effect of time and frequency of static stretch on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther* 77:1090-1096.

32. GARRETT, W., BRADLEY, W., BYRD, S., EDGERTON, V. R. & GOLLNICK, P., 1989, Basic sciences perspectives. In: JW Frymoyer and SL Gordon (Eds.), *New perspectives in low back pain* (pp. 335-372). Park Ridge, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons.
33. HILYER, J. C., BROWN, K. C., SIRLES, A. T. & PEOPLES, L., 1990, A flexibility intervention to reduce the incidence and severity of joint injuries among municipal firefighters. *Journal of Occupational Medicine*, 32(7), 631-7.
34. HUBLEY-KOSEY, C. L. & STANISH, W. D., 1990, Can stretching prevent athletic injuries? *Journal of Musculoskeletal Medicine*, 7(3), 21-31.
35. SHRIER, I., 1999, Stretching before exercise does not reduce the risk of local muscle injury: a critical review of the clinical and basic science literature. *Clin J Sports Med*; 9: 221-7.
36. POPE, R. P., HERBERT, R. D., KIRWAN, J. D. & GRAHAM, B. J., 2000, A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Med Sci Sports Exerc.* 32(2): 271-7.
37. KENDALL, F. P., MCCREARY, E. K. & PROVANCE, P. G. , 1995, *Músculos – Provas e Funções*. Manole. São Paulo.
38. FLINT, M. M., 1962, Lumbar posture: a study roentgenographic measurement and the influence of flexibility and strenght. *Res. Q.* 34-15-21.
39. WALKER, M. L., ROTHSTEIN, S. D., FINUCANE, S. D. & LAMB, R. L., 1987, Relationships between lumbar lordosis, pelvic tilt, and abdominal muscle performance. *Phys. Ther.* 67: 512-16.
40. YODAS, J. W., GARRET, T. R., HARMSSEN, S., SAUMAN, V. J. & CAREY, J. R., 1996, Lumbar lordosis and pelvic inclination of asymptomatic adults. *Phys. Ther.* 76:1066-81.

41. MULHEARN, S. & GEORGE, K., 1999, Abdominal muscle endurance and its association with posture and low back pain. *Physiotherapy* 85:210-16.
42. ITOI, E. & SINAKI, M., 1994, Effect of back strenghtening exercise on posture in healthy women 49 to 65 years of age. *Mayo Clin. Proc.* 69:1054-9.
43. COPPOCK, D. E., 1958, Relationship of tightness of pectoral muscles to round shoulders in college women. *Res. Q.* 29:146-153.
44. ALIZADEH, M. H. & STANDRING, J., 1996, The effect of an exercise regime on lumbar spine curve. In: *The engeneering of sport*. S. Haake, ed. Rotterdam: A.A. Balkemia, pp. 31-35.
45. EL-SAYYAD, M. & CONINE, T. A., 1994, Effect of exercise, bracing and electrical surface stimulation on idiopathic scoliosis: a preliminary study. *Int. J. Rehabil. Res.* 17:70-74.
46. WANG, C. H., MCCLURE, P., PRATT, N. E. & NOBILINI, R., 1999, Stretching and strengthening exercises: their effect on dimensional scapular kinematics. *Arch Phys Med Rehabil.* 80:923-29.

ABSTRACT

Though stretching exercises are quite used in physical therapy to correct or prevent postural deviations, studies on stretching are somewhat controversial. This study has reviewed recent literature that discusses the following aspects: different forms and duration of stretching; gain in serial sarcomere and gain in viscoelasticity; injuries prevention; and benefits of stretching to body posture. The review allows for the following conclusions: the best options are segment static stretching, global stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation; as an immediate effect of stretching, the gain in range of motion is due to a lessening in viscoelasticity but, after a training period, it is due to gain in serial sarcomere; the ideal length for short-time segmental static stretching in healthy muscles is 30 seconds; and apparently stretching made before physical activity does not prevent lesions. There are several discrepancies among results of various studies, which suggests the need for the adoption of standardized methods in future studies.

Keywords: stretching, flexibility, posture