

**INFLUÊNCIA DOS FATORES VISCOELÁSTICOS DO MÚSCULO NA PERDA DE FORÇA PÓS ALONGAMENTO AGUDO****Angélica Alves Garcez<sup>1</sup>  
Alexandre Gonçalves<sup>2</sup>****RESUMO**

O alongamento muscular antes do exercício tem sido motivo de discussões no âmbito científico, em relação aos prejuízos no desempenho muscular do indivíduo. Seguindo este raciocínio, os estudos têm observado uma propensão à diminuição da força muscular como consequência do alongamento agudo. Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar, através de uma revisão da literatura científica, a possível influência dos fatores viscoelásticos do músculo sobre a perda de força após alongamento agudo. Analisando a literatura levantada, vários estudos convergem em colocar os fatores viscoelásticos como relevantes para o déficit de força proporcionado pelo alongamento. Assim, os pontos citados nesse artigo, poderão servir com mais um embasamento para profissionais que atuam na área de treinamento de força ou reabilitação, para que reavaliem sua prescrição quanto aos exercícios de alongamento antes da sessão de treino que tenha como objetivo o ganho de força muscular.

**Palavras-chave:** Alongamento, força muscular, fatores viscoelásticos.

1- Pós-graduando em Fisiologia do Esporte pelo Instituto Passo 1, Uberlândia, MG.

2- Doutorando em Ciências da Saúde pela Universidade de Brasília, Brasília, DF. Núcleo de Estudo e Pesquisa Relacionados aos Grupos Especiais NEPAGE-Faculdade Atenas Paracatu, MG.

**ABSTRACT**

Influence of viscoelastic muscle factors on strength loss after acute stretching

Muscle stretching before exercise has been the subject of discussions in science, compared to losses in muscle performance of the individual. Following this reasoning, studies have noted a tendency to decreased muscle strength as a consequence of acute stretching. The objective of this study was to examine, through a review of scientific literature, the possible influence of viscoelastic muscle factors on strength loss after acute stretching. Analyzing the relevant literature, several studies converge in placing viscoelastic factors as relevant to the strength deficit by stretching. Thus, the points mentioned in this article may serve as a basement for most professionals working in the area of strength training or rehabilitation, to reconsider their prescription on the stretching exercises before the training session that has objective to gain strength muscle.

**Key words:** Stretching, muscle strength, viscoelastic factors

Endereço para correspondência:  
profalexandre09@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Atualmente, o alongamento tem sido motivo de controvérsias com relação ao seu efeito no desempenho muscular. Percebe-se ainda, que há certo misticismo que envolve essa questão, como seu efeito psicológico e até mesmo seu conceito, que comumente é confundido com flexibilidade.

Flexibilidade é a capacidade que as articulações detêm de terem uma amplitude de movimento para as quais foram projetadas e alongamento o conjunto de técnicas utilizadas para se manter ou para se aumentar a amplitude de movimentos.

De acordo com Kubo e colaboradores (2001), os exercícios de flexibilidade têm a capacidade de alterar as propriedades viscoelásticas da unidade músculo-tendão reduzindo a tensão passiva e a rigidez da unidade.

O alongamento pode ter dois tipos de efeito: agudos e crônicos. Black e colaboradores (2002), apontam que os efeitos agudos, poderiam incluir mudanças no comprimento do tendão, variações nos componentes elásticos em série ou nos componentes elásticos em paralelo, ou alterações na distribuição de comprimentos dos sarcômeros. Os efeitos crônicos envolveriam alguma das situações acima, mais uma mudança na composição do tendão ou dos componentes elásticos em série e em paralelo, alterando assim, as propriedades viscoelásticas da unidade músculo-tendão.

Conforme Fantini e colaboradores (2006), os materiais viscoelásticos apresentam um comportamento tempo-dependente quando submetidos ao alongamento. O relaxamento sob tensão é quando um material viscoelástico é alongado e mantido em um comprimento constante. Neste caso, a tensão ou força naquele comprimento é reduzida gradualmente ao longo do tempo. Uma sessão de treinamento de flexibilidade é capaz de provocar uma redução no pico de tensão passiva logo após sua realização. Porém, o número mínimo de séries e o tempo de cada série para que ocorra uma redução do pico de tensão passiva ou da tensão passiva média ainda não está estabelecido. Também não se sabe por quanto tempo estas alterações podem permanecer após o alongamento.

Alguns estudos recentes sugerem que alongamentos estáticos realizados antes do

exercício podem comprometer temporariamente a capacidade muscular em produzir força e torque, assim como levar a uma redução da intensidade do sinal elétrico muscular, afetando o rendimento em esportes ou exercícios que requerem força e/ou explosão muscular. As hipóteses que explicariam essa redução da atividade muscular e da força após o alongamento são as mudanças que o alongamento pode induzir na rigidez muscular, na relação tensão-comprimento, nas propriedades viscoelásticas do músculo e o decréscimo na ativação das unidades motoras (Fowles e colaboradores, 2000; Avela e colaboradores, 2004; Cramer, e colaboradores, 2004; Marek e colaboradores, 2005).

Assim, o objetivo deste estudo foi analisar, através de uma revisão da literatura científica em bases de dados como Pubmed, Scielo, Google Academico e periódicos especializados, a possível influência dos fatores viscoelásticos do músculo sobre a perda de força após alongamento agudo.

Tal estudo teve como limitação a dificuldade de acesso de alguns artigos internacionais devido a sua não disponibilidade para acesso gratuito via bancos de dados pesquisados.

## PROPRIEDADE VISCOELÁSTICA DO MÚSCULO

De acordo com Alter (1999), o músculo é composto de três componentes ou elementos mecânicos, que podem ser classificados como elásticos ou viscosos. Esses componentes mecânicos são importantes por resistirem à deformação, desempenhando assim, um importante papel na determinação da flexibilidade. Os componentes elásticos exercem uma força de restauração em resposta a mudança de comprimento. Os componentes viscosos exercem uma força em resposta ao ritmo e duração de uma mudança em comprimento. Os três componentes mecânicos são: componente elástico paralelo (CEP), componente elástico em série (CES) e componente contrátil.

O componente elástico em série tem a importante função de suavizar mudanças rápidas na tensão muscular. A capacidade do músculo para aumentar a tensão é chamada de componente contrátil. Ele pode ser visto

como um gerador de tensão, que consiste de filamentos e pontes cruzadas. A tensão contrátil máxima é considerada desenvolvida quando há única sobreposição máxima de filamentos de actina e miosina (Alter, 1999).

Segundo Hall (2005), o CEP, proporcionado pelas membranas musculares, fornece resistência quando um músculo é estirado passivamente e o componente elástico em série, localizado nos tendões, atua como uma mola que armazena energia elástica quando um músculo sob tensão é alongado. São assim denominados, devido às membranas e os tendões estarem, respectivamente, em paralelo e em série com as fibras musculares, proporcionando o componente contrátil. A elasticidade do músculo é devida principalmente ao componente elástico em série e tanto este quanto o CEP possuem uma propriedade viscosa que torna possível o alongamento.

Achour Junior (2006), relata que o componente contrátil é composto pelas proteínas de miosina e actina sendo responsável pela força de contração. O CEP é responsável pela tensão do músculo em repouso, sendo formado pelo endomísio, epimísio e perimísio. A função dos componentes elásticos em série é distribuir a tensão para prevenir o hiperalongamento, sendo composto pela linha z, cabeça da miosina, tendões e fibras de Sharpey.

#### **INFLUÊNCIA DOS FATORES VISCOELÁSTICOS SOBRE A FORÇA MUSCULAR**

Avela e colaboradores (1999), realizaram experimentos para testar os efeitos do alongamento passivo no músculo tríceps sural. Vinte indivíduos foram submetidos a um protocolo de alongamento passivo dos músculos da panturrilha durante uma hora. A contração voluntária máxima e a média da atividade eletromiográfica dos músculos sóleo e gastrocnêmio diminuíram em média em 23,2, 19,9, 16,5 e 12,2%, respectivamente. Estas alterações foram associadas a uma redução imediata na sensibilidade reflexa. Os resultados apontaram que, após uma hora de alongamento do músculo tríceps sural, a flexão plantar voluntária máxima diminuiu.

Fowles e colaboradores (2000), avaliaram a resposta contrátil dos músculos flexores plantares no alongamento passivo-

estático a fim de identificar possíveis locais de capacidade contrátil alterada. Doze indivíduos foram submetidos a 30 minutos de alongamento passivo e foram medidas as contrações isométricas voluntárias máximas 1 hora após a intervenção. A contração voluntária máxima foi reduzida em 28% imediatamente após o alongamento, 13% após 15 minutos, 12% em 30 minutos, 10% em 45 minutos e 9% em 60 minutos após o alongamento passivo. Os resultados apontam que a diminuição da força foi, em parte, devido a deformação plástica do tecido. Entretanto, neste estudo nota-se que os protocolos de alongamento utilizados em experimentos com animais, tendo assim aplicação limitada ao alongamento realizado juntamente com o desempenho atlético.

Em contrapartida, Kubo e colaboradores (2001), analisaram o efeito de dez minutos de alongamento estático sobre as propriedades viscoelásticas das estruturas do tendão humano em sete sujeitos. Os resultados apontaram que o alongamento não produziu nenhuma mudança significativa na máxima contração voluntária, mas diminuiu significativamente a rigidez e a histerese, sugerindo que o alongamento diminuiu a viscosidade das estruturas do tendão e aumentou a elasticidade. Diante disso, podemos levantar a hipótese de que o alongamento induz alterações na função da série de componentes elásticos. Tal fato sugere que o alongamento tem o efeito de mudar as estruturas do tendão, levando a uma menor taxa de produção de força e/ou atraso da ativação muscular.

Avançando nesta linha de estudo Kubo e colaboradores. (2002), realizaram um estudo em que oito sujeitos foram submetidos a um programa de alongamento dos músculos flexores plantares. Seus resultados apontaram uma diminuição dos valores de torque passivo em todos os ângulos do tornozelo. Tal fato foi relacionado à diminuição da viscosidade das estruturas tendinosas. Assim, este estudo reforçou o estudo relatado anteriormente.

Corroborando com tal teoria Evetovich e colaboradores (2003), ao estudar o efeito do alongamento estático sobre o torque de membros superiores, encontraram resultados que indicaram que uma maior capacidade de produzir torque sem alongamento prévio está relacionado com a rigidez musculotendínea em vez do número de unidades motoras

ativadas. Assim, sugere-se que as atividades de execução que reduzem a rigidez muscular, como o alongamento, podem ser prejudiciais ao desempenho e que o alongamento imediatamente antes do desempenho muscular impacta negativamente a capacidade de produzir torque.

Outras evidências sobre o efeito negativo do alongamento sobre a força muscular foram estabelecidas pelo estudo de Nelson e colaboradores (2005), o qual consistiu em submeter dezesseis voluntários a diferentes protocolos de alongamentos e em seguida observar seu desempenho em sprints de 20 metros. Um fato interessante foi que a diminuição da velocidade ocorreu até mesmo no protocolo que não alongou o músculo motor principal utilizado na corrida, o quadríceps. Além disso, alongando apenas uma perna foi suficiente para afetar negativamente o desempenho. Uma possível explicação é que o desempenho pode ter sido prejudicado devido a uma diminuição da capacidade da unidade músculo-tendínea em armazenar energia elástica na sequência de um alongamento. O alongamento passivo pode comprometer o efeito de um ciclo alonga-encurta, reduzindo assim a quantidade de energia elástica que pode ser armazenada e reutilizada. Dessa forma, o alongamento passivo pode impactar negativamente o desempenho de uma capacidade que exige elevados níveis de potência repetitivos.

## CONCLUSÃO

Conforme a bibliografia revisada, pôde-se observar que o alongamento pode ocasionar déficit de força muscular, no exercício para ganho de força, mas as causas ainda não estão totalmente esclarecidas. Por esta razão, não seria recomendado a realização de alongamento no aquecimento para provas que requeiram força e potência muscular.

Entre as possíveis causas deste déficit de força ocasionada, a diminuição da capacidade elástica do músculo, devido à influência do alongamento sobre os fatores viscoelásticos parece ter um impacto significativo, conforme literatura analisada.

Entretanto, questões como metodologia utilizada nas pesquisas, tempo de alongamento, tipo de alongamento realizado e grupo muscular envolvido, devem ser

consideradas, sugerindo-se que novas pesquisas sejam realizadas para maiores esclarecimentos.

Dessa forma, os pontos citados nesse artigo, poderão servir de embasamento para profissionais que atuam na área de treinamento de força ou reabilitação, para que reavaliem sua prescrição quanto aos exercícios de alongamento antes da sessão de treino que tenha como objetivo o ganho de força muscular.

## REFERÊNCIAS

- 1- Achour Junior, A. Exercícios de alongamento: anatomia e fisiologia. 2ª ed. Barueri: Manole, 2006.
- 2- Alter, M.J. Ciência da flexibilidade. 2ª ed. Porto Alegre: ArtMed, 1999.
- 3- Avela, J.; Kyrolainem, H.; Komi, P.V. Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *J Appl Physiol*. Vol 86. Num. 4. 1999. p. 1283-1291.
- 4- Avela, J.; Finni, T.; Liikavainio, T.; Niemela, E.; Komi, P.V. Neural and mechanical responses of the triceps surae muscle group after 1 h of repeated fast passive stretches. *J Appl Physiol*. Vol. 96. Num. 6. 2004. p. 2325-2332.
- 5- Black, J.D.J.; Freeman, M.; Stevens, E.D. A two week routine stretching programme did not prevent contraction-induced injury in mouse muscle. *J Physiol* Vol. 544. Num. 1. 2002. p. 137-147.
- 6- Cramer, J.T.; Housh, T.J.; Johnson, G.O.; Miller, J.M.; Coburn, J.W.; Beck, T.W. Acute Effects of Static Stretching on Peak Torque in Women. *J Strength Cond Res*. Vol. 18. Num. 2. 2004. p. 236-241.
- 7- Evetovich, T.K.; Nauman, N.J.; Conley, D.S.; Todd, J.B. Effect of static stretching of the biceps brachii on torque, electromyography and mechanomyography during concentric isokinetic muscle actions. *J Strength Cond Res* Vol. 17. Num 3. 2003. p. 484-488.
- 8- Fantini, C.H.; Bergamini, J.C.; Menzel, H.J.; Chagas, M.H. Efeito agudo do alongamento passivo-estático dos extensores do joelho na

força de reação vertical do solo e na técnica de movimento durante saltos verticais. 2006. Dissertação de Mestrado. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG. Belo Horizonte. 2006.

9- Fowles, J.R.; Sale, D.G.; Macdougall, J.D. Reduced strenght after passive stretch of the human plantarflexores. *J Appl Physiol*. Vol. 89. 2000. p. 1179-1188.

10- Hall, S.J. *Biomecânica básica*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

11- Kubo, K.; Kanehisa, H.; Kawakami, Y.; Fukunaga, T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol*. Vol. 90. 2001. p. 520-527.

12- Kubo, K.; Kanehisa, H.; Fukunaga, T. Effect of stretching training on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol*. Vol. 92. 2002. p. 595-601.

13- Marek, S.M.; Cramer, J.T.; Fincher. A.L.; Massey, L.L.; Dangelmaier, S.M.; Purkayastha, S.; Fitz, K.A.; Culbertson, J.Y. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train*. Vol. 40. Num. 2. 2000. p. 594-603.

14- Nelson, A.G.; Driscoll, N.M.; Landin, D.K.; Young, M.A.; Schexnayder, I.C. Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *J Sports Sci*. Vol. 23. Num. 5. 2005. p. 449-454.

Recebido para publicação em 03/10/2010

Aceito em 05/11/2010