

EFEITO AGUDO DOS EXERCÍCIOS DE ALONGAMENTO SOBRE O DESEMPENHO DE FORÇA MÁXIMA

■ VALMOR TRICOLI

Departamento de Esporte, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo

■ ANDERSON CAETANO PAULO

Mestrando - Biodinâmica do Movimento Humano, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo

O objetivo do estudo foi investigar o efeito agudo dos exercícios de alongamento estático no desempenho de força máxima. Onze sujeitos do sexo masculino foram submetidos a um teste de uma repetição máxima (1 RM) sob duas condições experimentais: 1) precedido de exercícios de alongamento (CA) e 2) sem exercícios alongamento (SA). Na condição CA, após a realização de um aquecimento, os sujeitos executaram uma sessão de exercícios de alongamento estático para os membros inferiores com duração aproximada de 20 minutos. Um total de seis exercícios foi executados com três repetições de 30 segundos de duração em cada exercício. Ao término da sessão de alongamento os sujeitos foram testados. Na condição SA os sujeitos foram testados logo após a sessão de aquecimento. O teste consistiu na execução completa do exercício de extensão/flexão de joelhos no aparelho "leg-press". As cargas para o teste sofreram incrementos de 4%, 3% e 3% da quantidade de peso levantada inicialmente a qual determinada durante um sessão de familiarização. Um intervalo de três minutos foi dado para cada novo esforço. Na condição CA a média obtida no teste 1 RM ($391.7 \text{ kg} \pm 86.5$) foi significativamente menor ($p < 0.05$) que a média obtida na condição SA ($405.5 \text{ kg} \pm 89.1$). Conclui-se que, independente do mecanismo envolvido, uma sessão de alongamento estático executada imediatamente antes da atividade física pode provocar uma queda no rendimento de força máxima.

PALAVRAS-CHAVE: Alongamento, Força, Aquecimento.

resumo

ACUTE EFFECTS OF STRETCHING EXERCISES ON MAXIMAL STRENGTH PERFORMANCE

The purpose of the study was to investigate the acute effects of stretching exercises on maximal strength performance. Eleven subjects were submitted to a one repetition maximum test (1 RM) under two experimental conditions: 1) preceded by stretching exercises (WS) and 2) without stretching exercises (NS). In condition WS, subjects performed a static stretching exercises session for the lower limbs for approximately 20 minutes. A total of six exercises were done with three repetitions of 30 seconds in each exercise. At the end of the stretching session all subjects were tested. In condition NS the subjects were tested right after the warm up session. The test consisted in the complete execution of a knee extension/flexion movement on the leg-press machine. The testing loads were incremented by 4%, 3%, and 3% from a lifted amount of weight during a familiarization session. A 3-minute interval was given between each maximum effort. In condition WS the average result on the 1 RM test ($391.7 \text{ kg} \pm 86.5$) was significantly lower ($p < 0.05$) than the average obtained in the condition NS ($405.5 \text{ kg} \pm 89.1$). We conclude that, independently of the mechanism involved, a single session of stretching exercises performed immediately before a physical activity may impair maximal strength performance.

KEY WORDS: Stretching, Strength, Warm up.

abstract

INTRODUÇÃO

A prática de exercícios de alongamento é muito difundida entre atletas e pessoas envolvidas em atividade física. Estes exercícios têm sido tradicionalmente recomendados como parte integrante da sessão de aquecimento que antecede a participação em atividades físico-esportivas. O aumento na amplitude dos movimentos, a redução no risco de lesões músculo-articulares e a melhora no desempenho físico são alguns dos principais motivos relacionados à sua inclusão (GARRET, 1990; SHELLOCK & PRENTICE, 1985). Não existem questionamentos quanto aos benefícios relacionados aos dois primeiros fatores mencionados, porém a melhora no desempenho físico deve ser analisada com precaução levando-se em consideração o tipo de atividade física a ser desenvolvida e o caráter crônico ou agudo dos exercícios de alongamento.

A capacidade motora flexibilidade é considerada uma combinação ideal entre a mobilidade articular e a elasticidade muscular. Frequentemente o termo “alongamento” é utilizado em substituição a flexibilidade; desta forma, “treinar alongamentos” se tornou sinônimo do treinamento para o aperfeiçoamento da flexibilidade. Sendo o músculo esquelético um tecido viscoelástico (MAGNUSSON et al., 1995), o termo alongamento seria mais reservado para o desenvolvimento da elasticidade muscular. Contudo, neste estudo o termo alongamento será empregado para denominar as atividades envolvendo o treinamento da elasticidade muscular associado à mobilidade articular.

Tem sido demonstrado que os exercícios de alongamento tem a capacidade de alterar as propriedades viscoelásticas da unidade músculo-tendão (MAGNUSSON, 1998; TAYLOR et al., 1990; WILSON et al., 1991). Com exceção do estudo de WIEMAN e HAHN (1995), a grande maioria da evidência científica destaca que a atividade intensa de alongamento estático reduz a tensão passiva e a rigidez (“stiffness”) da musculatura esquelética (KUBO et al., 2001; MAGNUSSON et al., 1995; McHUGH et al., 1992; TOFT et al., 1989a; TOFT et al., 1989b).

Uma das funções dos tendões é a transferência da força produzida pela musculatura esquelética para os ossos e articulações. Um tendão mais rígido terá a possibilidade de transmitir de forma mais rápida e precisa as mudanças de tensão na musculatura. Sabe-se também que o grau de rigidez da

musculatura esquelética relaciona-se positivamente com a produção de força em ações musculares concêntricas e isométricas (WILSON et al., 1994). Se a prática de exercícios de alongamento altera o grau de rigidez do tendão ou da unidade músculo-tendínea tornando-a mais maleável, então existe a possibilidade destes exercícios afetarem negativamente a transferência de força da musculatura para o sistema esquelético, podendo causar, portanto uma diminuição no rendimento físico. Além desse mecanismo, um decréscimo na ativação das unidades motoras tem sido mencionado como um dos efeitos responsáveis pela diminuição na produção de força após exercícios de alongamento (FOWLES et al., 2000). Alguns mecanismos neurais que também podem estar envolvidos são a estimulação dos órgãos tendinosos de Golgi e dos receptores de dor devido ao alongamento muscular. Ambos fatores resultarão na inibição da produção de força (BEHM et al., 2001; NELSON et al., 2001).

Por outro lado, já foi demonstrado que o treinamento de alongamento pode melhorar o desempenho nos exercícios de força envolvendo o ciclo alongamento-encurtamento (CAE) (WILSON et al., 1992). Este fenômeno ocorre em virtude do maior armazenamento de energia potencial nos componentes elásticos da musculatura esquelética devido a um tecido menos rígido. O CAE se caracteriza pelo aumento do rendimento em ações musculares concêntricas quando estas são precedidas por ações excêntricas (KOMI, 1992). E é na ação excêntrica que a possibilidade de armazenamento de energia elástica ocorre, portanto fica indicado o mecanismo responsável pela contribuição dos exercícios de alongamento. Curiosamente, NELSON et al. (1996) e CORNWELL et al. (2001) observaram efeitos contrários aos descritos por WILSON et al. (1992) durante a execução do salto vertical sem e com contramovimento. O salto vertical com contra movimento é considerado uma das habilidades mais representativas do CAE. Neste estudo, os sujeitos saltaram com e sem a execução de exercícios de alongamento precedendo a tarefa. Nas tentativas com exercícios de alongamento antecedendo o salto vertical houve uma diminuição significativa na altura do salto.

Já WORRELL et al. (1994) investigaram o relacionamento entre alongamento e desempenho de força nos músculos posteriores da coxa. Eles encontraram significantes aumentos na produção de torque isocinético subsequente à melhora do alongamento neste grupo muscular.



Como pôde ser observado, os estudos descritos anteriormente apresentam resultados controversos em relação aos efeitos dos exercícios de alongamento no rendimento físico. Além disso, poucas também são as investigações relativas aos efeitos da prática de alongamentos no desempenho de força máxima, principalmente sobre os efeitos de sessões agudas de exercícios de alongamento no desempenho de força máxima (KOKKONEN et al., 1998; FOWLES et al., 2000).

KOKKONEN et al. (1998) demonstraram uma diminuição do rendimento no teste de uma repetição máxima para os movimentos de extensão e de flexão dos joelhos quando executados após uma sessão de exercícios de alongamento. FOWLES et al. (2000) encontraram também uma diminuição na força máxima subsequente a um período de 33 minutos de atividade de alongamento para os músculos flexores do tornozelo.

Se a redução da força ocorre, mais atenção deve ser dada ao conteúdo de alongamento da sessão de aquecimento que antecede a prática de atividades físico-esportivas. Portanto, a investigação deste fenômeno terá grande implicação prática na área de educação física e esporte uma vez que muitas atividades físico-esportivas tem na elevada produção de força seu fator determinante de desempenho.

OBJETIVOS

Este estudo teve por objetivo investigar os efeitos de uma única sessão de exercícios de alongamento estático, praticada pouco antes do desempenho de força máxima.

MATERIAIS E MÉTODOS

Sujeitos

A amostra foi composta de 15 sujeitos do sexo masculino. Destes, três foram excluídos por excederem a capacidade de carga do equipamento no pré-teste e um desistiu de participar. Desta forma a amostra final foi composta de 11 sujeitos com idade de 26 (± 2) anos, peso de 78 (± 9) kg e estatura de 184 (± 8) cm. Todos eram fisicamente ativos, contudo, nenhum deles estava regularmente envolvido com treinamento de força para os membros inferiores. Foi pedido aos sujeitos que mantivessem suas atividades diárias durante a duração do

estudo. Todos foram cuidadosamente informados dos possíveis riscos e desconfortos do estudo e um consentimento escrito para participação foi obtido. Indivíduos com histórico recente de lesão na articulação do joelho ou qualquer outro problema neuromuscular não foram selecionados para participarem do estudo.

Procedimentos

Antecedendo os testes todos os sujeitos participaram de uma sessão de familiarização. Esta sessão reproduziu as mesmas condições encontradas nos testes com exceção da atividade de alongamento. Após a familiarização, a ordem de participação dos sujeitos nas condições experimentais com alongamento (CA) e sem alongamento (SA) foi definida através de sorteio. Todos os sujeitos foram submetidos à sessão de familiarização e às duas condições experimentais com intervalo de cinco dias entre elas. As sessões de familiarização e de testes foram supervisionadas por pessoal especialmente treinado para esta finalidade. Foi pedido a todos os sujeitos que 48 horas antecedendo as sessões de testes eles não participassem em nenhuma atividade física intensa ou com padrão de movimento diferente do qual eles estavam acostumados.

Antes de cada teste os sujeitos executaram um período de aquecimento geral consistindo de cinco minutos de corrida na esteira ergométrica a oito km/h sem inclinação. O aquecimento foi complementado por uma parte específica consistindo de cinco extensões/flexões de joelho no aparelho "leg press" com carga de 50% (ou kilograma mais próximo) do máximo individual estimado durante a sessão de familiarização. Após o aquecimento, um intervalo de três minutos foi dado antes da participação nas diferentes condições experimentais. Em ambas as condições os sujeitos foram submetidos ao teste de uma repetição máxima (1 RM) para o exercício de extensão/flexão de joelhos no aparelho "leg-press" inclinado. Este teste consistiu na obtenção da máxima quantidade de peso que pôde ser levantada na execução completa do exercício. A carga inicial para o teste máximo foi a encontrada durante a sessão de familiarização, e a partir disso incrementos de 4%, 3% e 3% da quantidade de peso levantada na tentativa anterior foram utilizados para cada nova tentativa, completando um total de quatro repetições (se necessário). Se o número de tentativas foi insuficiente o teste foi repetido em outra ocasião com um inter-

valo mínimo de cinco dias, sendo a carga estipulada para o início do novo teste equivalente ao maior valor atingido no teste anterior. Um intervalo de três minutos foi dado para cada novo esforço e os sujeitos não foram informados da quantidade de peso que estavam levantando durante a sessão.

O aparelho utilizado para o teste máximo foi o “leg press” com inclinação de 45°. A posição inicial dos sujeitos procurou manter a articulação do joelho numa angulação aproximada de 90 graus. Os indivíduos fizeram um esforço máximo em cada tentativa e encorajamento verbal foi proporcionado durante os testes.

Condição experimental sem alongamento (SA) antes do teste máximo: logo após o aquecimento geral e específico o sujeito foi submetido ao teste de uma repetição máxima para a execução completa do exercício de extensão/flexão de joelhos no aparelho “leg-press”.

Condição experimental com alongamento (CA) antes do teste máximo: após a realização do aquecimento geral os sujeitos executaram uma sessão de exercícios de alongamento estático para os membros inferiores com duração aproximada de 20 minutos. Os exercícios selecionados procuraram enfatizar a musculatura anterior e posterior da coxa uma vez que estes dois grupos musculares tem participação marcante na execução do “leg press” (ESCAMILLA et al., 1998; WILK et al.,

1996). A sensação de desconforto muscular causada pela atividade de alongamento foi utilizada como parâmetro para regular a intensidade dos exercícios. Os sujeitos realizaram três repetições de cada exercício que consistiram de 30 segundos na posição determinada intercalados com 30 segundos de intervalo entre os exercícios e as séries. Um total de seis exercícios de alongamento foram executados (**Figura 1**). Ao término da sessão de alongamento os sujeitos fizeram o aquecimento específico e foram testados para a determinação de uma repetição máxima na execução completa do exercício de extensão/flexão de joelhos no aparelho “leg-press”.

A análise dos dados foi efetuada através de estatística descritiva e do teste t pareado, para verificar a existência de diferenças significantes entre o desempenho de força máxima nas diferentes condições experimentais. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os resultados do teste de uma repetição máxima para a execução completa do exercício de extensão/flexão de joelhos no aparelho “leg-press” inclinado estão representados na **Figura 2**. Na condição experimental CA onde o teste máximo foi precedido por uma sessão de exercícios de alonga-

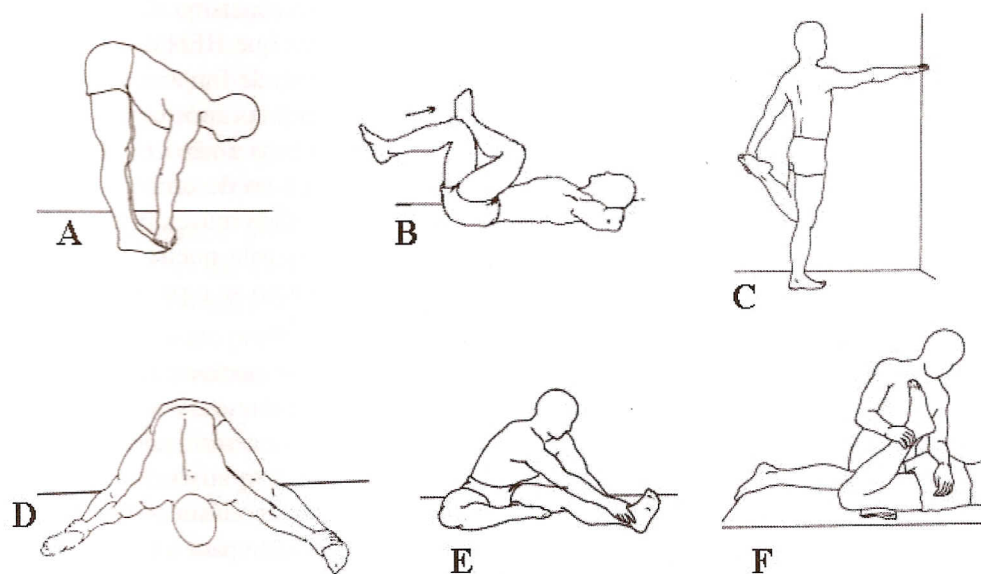


FIGURA 1

Ilustração dos exercícios utilizados no protocolo de alongamento (os exercícios B, E e F tiveram auxílio externo).



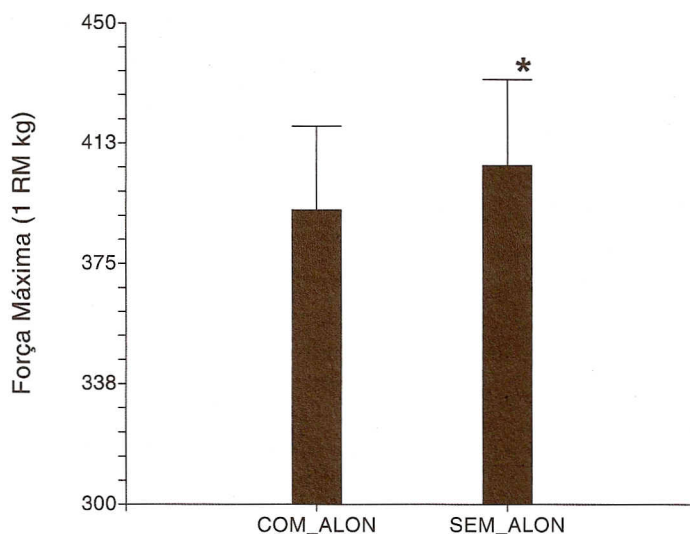


FIGURA 2

Média e desvio padrão para o teste de uma repetição máxima (1 RM) nas condições experimentais com alongamento (COM_ALON) e sem alongamento (SEM_ALON). * indica diferença significativa entre as duas condições ($p < 0,05$).

mento, a média obtida no teste ($391.7 \text{ kg} \pm 86.5$) foi significativamente menor que a média obtida na condição experimental SA sem alongamento ($405.5 \text{ kg} \pm 89.1$). O decréscimo médio foi de 13.8%.

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi determinar os efeitos de uma sessão aguda de exercícios de alongamento estático no desempenho de uma tarefa envolvendo força máxima. Similar aos resultados de KOKKONEN et al. (1998), foi observada uma diminuição significativa no resultado do teste de uma repetição máxima para o exercício de extensão/flexão dos joelhos no aparelho “leg-press” após a prática de exercícios de alongamento estático. KOKKONEN et al. (1998) encontraram um decréscimo médio de 8,1% no teste de uma repetição máxima para o exercício de extensão dos joelhos na posição sentada. Provavelmente uma diminuição na rigidez da musculatura esquelética e dos tendões foi o mecanismo responsável por este fenômeno. É reconhecido que os exercícios de alongamento tem a capacidade de alterar as propriedades viscoelásticas da unidade músculo-tendão reduzindo a tensão passiva e a rigidez da unidade (KUBO et al., 2001, MAGNUSSON, 1998; TAYLOR et al., 1990; WILSON et al., 1991). Lembrando que uma função dos tendões é transferir a força produzida pela musculatura esquelética para os ossos e arti-

culações, uma unidade músculo-tendão mais rígida transmitirá de forma mais eficiente as alterações de tensão na musculatura (WILSON et al., 1994). Se a prática dos exercícios de alongamento estático diminuiu o grau de rigidez do tendão ou da unidade músculo-tendínea tornando-a mais maleável, então estes exercícios afetaram negativamente a transmissão de força causando uma diminuição no desempenho no teste de repetição máxima.

Porém este mecanismo não pode ser totalmente aceito uma vez que BEHM et al. (2001) testaram o desempenho de força através de contrações tetânicas involuntárias após uma sessão de exercícios de alongamento e não encontraram diminuições significantes no desempenho. Se alterações na rigidez da unidade músculo-tendão são os maiores responsáveis pela queda no desempenho de força, este fenômeno se repetiria mesmo sob condições involuntárias.

Outro ponto importante mencionado por WILSON et al. (1994) é que um sistema músculo-tendão mais maleável passaria por um rápido período de encurtamento com ausência de sobrecarga até que os componentes elásticos do sistema fossem ajustados o suficiente para a transmissão de força. Isto colocaria o componente contrátil numa posição menos favorável em termos de produção de força nas curvas de força-comprimento e força-velocidade.

Além da redução na rigidez músculo-tendínea, decréscimos na ativação das unidades motoras (FOWLES et al., 2000) e da musculatura esquelética como um todo (BEHM et al., 2001) tem sido mencionados como fatores responsáveis pela diminuição no desempenho de força após exercícios de alongamento. FOWLES et al. (2000) encontraram uma diminuição média de 28% na força máxima, testada através de uma contração isométrica voluntária, imediatamente após um período de 33 minutos seguidos de atividade de alongamento para os músculos responsáveis pelo movimento de flexão plantar do tornozelo. Além disso, eles observaram que este efeito durou por aproximadamente 60 minutos. Através da avaliação da amplitude do sinal eletromiográfico e também da porcentagem de inativação da musculatura envolvida na tarefa, estes pesquisadores puderam demonstrar uma diminuição na ativação do músculo subsequente a prática de exercícios de alongamento estático. Esta redução na ativação estaria associada basicamente a dois mecanismos neurais (BEHM et al., 2001; FOWLES et al., 2000): 1) inibição provocada pelos órgãos tendinosos de Golgi que teriam sido estimulados pela tensão desenvolvida na unidade músculo-tendão durante as atividades de flexibilidade e 2) contribuição dos receptores de dor que teriam sido ativados uma vez que o limiar de desconforto e dor foi utilizado para delimitar a intensidade dos exercícios de alongamento. Contudo deve ser ressaltado que a atividade de alongamento utilizada pelos pesquisadores foi muito artificial tendo aplicação extremamente limitada a situações esportivas. Tipicamente nas situações do esporte e da atividade física o alongamento para um determinado grupo muscular não é feito com uma única e prolongada execução, mas várias vezes e por várias séries e repetições.

Estudos conduzidos por NELSON et al. (2001a) e NELSON et al. (2001b) procuraram ampliar a investigação deste fenômeno analisando se o efeito do alongamento poderia ser ângulo articular e velocidade do movimento específico. NELSON et al. (2001a) observaram que as maiores inibições do torque isométrico máximo ocorreram num ângulo próximo a completa extensão da articulação do joelho. Estes autores testaram o torque isométrico máximo em cinco diferentes ângulos na articulação do joelho logo após um protocolo de alongamento estático para o grupo muscular

quadríceps femoral. Um decréscimo significativo de 7% foi observado no torque isométrico máximo na posição de 162° na articulação do joelho. Já NELSON et al. (2001b) verificaram que somente nas velocidades mais lentas houve uma alteração significativa na força de extensão do joelho. O torque máximo avaliado no dinamômetro isocinético diminuiu 7,2% a velocidade de 60°/segundo e 4,5% a 90°/segundo. Também neste estudo, os exercícios de alongamento utilizados foram predominantemente estáticos.

Nota-se que independente do método utilizado para a avaliação, o desempenho de força máxima diminuiu devido à aplicação de uma sessão de exercícios de alongamento antecedendo o teste.

Finalmente, deve ser enfatizado que na presente investigação não foram feitas medidas ou avaliações do grau de rigidez da musculatura e/ou do tendão ou dos fenômenos neurais mencionados como possíveis responsáveis pelo decréscimo na força máxima. Desta forma, conclusões não podem ser feitas em relação ao mecanismo responsável pelo resultado encontrado.

CONCLUSÃO

Baseado no resultado do estudo podemos concluir que uma sessão de alongamento estático, com duração aproximada de 20 minutos, executada pouco antes do exercício provoca uma queda no rendimento de força máxima. Evidentemente considerações a respeito do efeito negativo dos exercícios de alongamento devem ser feitas baseadas no tipo de atividade a ser executada em seguida. Se a redução da força ocorre sugere-se que um intenso regime de alongamento estático para os músculos motores primários de determinada atividade não seja feito antes de modalidades esportivas ou atividades físicas que tem o seu sucesso dependente da produção de força próxima de limites máximos. Assim, mais atenção deve ser dada ao conteúdo de alongamento da sessão de aquecimento que normalmente antecede a prática destas atividades.

Futuros estudos devem procurar explorar as questões relacionadas à influência dos exercícios de alongamento no desempenho de força associada ao nível de treinamento dos sujeitos bem como procurar investigar o tempo de duração deste efeito.



referências bibliográficas

- BEHM, D.G. et al. Factors affecting force loss with prolonged stretching. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v.26, n.3, p.262-72, 2001.
- CORNWELL et al. Acute effects of passive muscle stretching on vertical jump performance. **Journal of Human Movement Studies**, v. 40, n.4, p.307-24, 2001.
- ESCAMILLA, R. F. et al. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.30, n. 4, p. 556-69, 1998.
- FOWLES, J. R. et al. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. **Journal of Applied Physiology**, v.89, n.3, p.1179-88, 2001.
- GARRETT, W. E. Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 22, n.4, p.436-43, 1990.
- HORTOBAGYI, T., J. et al. Effects of intense "stretching"-flexibility training on the mechanical profile of the knee extensors and on the range of motion of the hip joint. **International Journal of Sports Medicine**, v. 6, n.6, p.317-21, 1985.
- KOKKONEN, J. et al. Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.69, n.4, p.411-5, 1988.
- KOMI, P.V. Stretch-shortening cycle. In: Komi, P.V., **Strength and power in sport**. Oxford, Blackwell Scientific, p.169-79, 1992.
- KUBO, K., H. et al. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. **Journal of Applied Physiology**, v. 90, n.2, p.520-7, 2001.
- MAGNUSSON, S. P. Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.8, n.2, p.65-77, 1998.
- MAGNUSSON, S. P. et al. Viscoelastic response to repeated static stretching in the human hamstring muscle. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.5, n.6, p.342-7, 1995.
- McHUGH, M. P. Viscoelastic stress relaxation in human skeletal muscle. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.24, n.12, p.1375-82, 1992.
- NELSON, A. G. et al. Acute stretching exercises and vertical jump stored elastic energy. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.28, n.5, p.S156, 1996.
- NELSON, A. G. et al. Inhibition of maximal voluntary isometric torque production by acute stretching is joint-angle specific. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.72, n.1, p.68-70, 2001a
- NELSON, A. G. et al. Inhibition of maximal voluntary isokinetic torque production following stretching is velocity-specific. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.15, n.2, p.241-6, 2001b
- SHELLOCK, F. G. & PRENTICE, W.E. Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. **Sports Medicine**, v.2, n.4, p.267-78, 1985.
- TAYLOR, D. C. et al. Viscoelastic properties of muscle-tendon units. **The American Journal of Sports Medicine**, v.18, n.3, p.300-9, 1990.
- TOFT, E. et al. Passive tension of the ankle before and after stretching. **The American Journal of Sports Medicine**, v.17, n.4, p.489-94, 1989a.
- TOFT, E. et al. Biomechanical properties of the human ankle in relation to passive stretch. **Journal of Biomechanics**, v.22, n.11/12, p.1129-32, 1989b.
- WIEMANN, K. & HAHN, K. Influences of strength, stretching and circulatory exercises on flexibility parameters of the human hamstrings. **International Journal of Sports Medicine**, v.18, n.5, p. 340-6, 1997.
- WILK, K. E. et al. A comparison of tibiofemoral joint forces and electromyography activity during open and closed kinetic chain exercises. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 24, n. 4, p.518-27, 1996.
- WILSON, G. J. et al. The relationship between stiffness of the musculature and static flexibility: an alternative explanation for the occurrence of muscular injury. **International Journal of Sports Medicine**, v.12, n.4, p.403-7, 1991.
- WILSON, G. J. et al. Stretch shortening cycle performance through flexibility training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.24, n.1, p.116-23, 1992.
- WILSON, G. J. et al. The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.25, n.11, p.1279-86, 1993.

WILSON, G. J. et al. Musculotendinous stiffness: its relationship to eccentric, isometric, and concentric performance. **Journal of Applied Physiology**, v.76, n.6, p.2714-19, 1994.

WORRELL, T. W. et al. Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. **Journal of Orthopaedic Sports and Physical Therapy**, v.20, n.3, p.154-9, 1994.

