

# ALONGAMENTO X AQUECIMENTO: UMA REVISÃO DOS CONCEITOS

*José Borbolla Neto*

## RESUMO

A prática de alongamento é, talvez, a mais difundida no mundo da atividade física. É largamente recomendada pelos profissionais da área tanto antes como após a realização da atividade, visando auxiliar no processo de aquecimento, isto é, preparar o corpo para a realização de esforço físico, e para evitar lesões.

Porém, ao contrário da maciça prescrição e aceitação, pouca evidência científica existe para sustentar a realização de alongamentos como parte integrante de um protocolo de aquecimento. Existe, inclusive, certos trabalhos que demonstram haver um decréscimo na produção de força do músculo quando este é solicitado logo após a realização de alongamentos, fato este que vai na direção contrária da aplicação prática deste tipo de procedimento.

Neste contexto, propõe-se este estudo a fazer uma revisão da literatura científica em busca de evidências que possam sustentar ou não a prática de alongamento, mais especificamente no que diz respeito à sua aplicação como parte do processo de aquecimento. Através da evidência científica, o autor sugere definições mais objetivas aos termos “aquecimento” e “alongamento”, demonstrando que, na realidade, tratam-se de processos distintos.

**Palavras-chave:** alongamento, aquecimento, flexibilidade, torque muscular, lesões esportivas

## INTRODUÇÃO

O alongamento é largamente utilizado como parte do processo de aquecimento nas mais diversas práticas de atividade física, geralmente com três objetivos principais: aquecimento geral, meio para evitar lesões e meio para melhorar a performance esportiva. (2, 22, 23, 27)

Diversos autores e profissionais da área esportiva recomendam o alongamento antes do exercício, com ou sem algum outro tipo de intervenção, para prevenção de lesões (32), baseados na premissa de que se um indivíduo realizar alongamentos regularmente sua flexibilidade aumentará e, assim, a incidência de lesões musculares será menor. (33)

Esta é a “pedra fundamental” que sustenta o argumento daqueles que defendem a prática do alongamento, o fato da prática promover um aumento da amplitude de movimento articular. Segundo esta hipótese, quanto maior for a flexibilidade de um indivíduo, menor será a incidência de lesões.

Existem diversos protocolos de alongamento, dentre os quais os três mais utilizados são: alongamento estático, alongamento dinâmico e facilitação neuromuscular proprioceptiva (PNF – Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) (1, 2, 13, 14, 23). Este estudo irá analisar o alongamento estático, que é largamente utilizado devido a sua praticidade e facilidade de execução (1, 2, 13, 14, 23).

Muito embora o alongamento esteja profundamente arraigado nas mais diversas áreas da educação física, o que faz dele um “dogma”, trabalhos recentes

vêm apresentando resultados que contestam os supostos efeitos que são atribuídos à sua prática. Estudos demonstram que há, ao contrário do que se prega, uma diminuição de performance muscular após alongamento estático (4, 7-10, 17, 24, 25). Por esta razão, tais autores não recomendam a realização de alongamento no aquecimento para provas que requeiram força e potência muscular (7, 17) e, apesar do protocolo de alongamento utilizado nestes estudos diferirem daquele que é utilizado corriqueiramente no que diz respeito ao tempo que o músculo foi alongado, há também trabalhos que demonstram que o efeito do alongamento estático na flexibilidade quando é realizado por períodos de 20 a 30 segundos, o que ocorre normalmente, não difere dos efeitos do alongamento realizados por tempos maiores (3, 19). Baseado neste achado, Alter recomenda a realização de alongamento por um período máximo de 20 a 30 segundos durante o aquecimento, para que não haja prejuízo na performance (2), porém não explica qual seria o efeito de tal prática. Outros autores afirmam não haver efeitos fisiológicos quando o alongamento é realizado neste intervalo de tempo (23, 24, 25).

Neste cenário, um tanto paradoxal, surge a questão que permeia este trabalho: se o alongamento estático prejudica a performance quando realizado por períodos de tempo longos e não tem efeitos sobre a flexibilidade se realizados por períodos de tempos curtos, qual seria a verdadeira função do alongamento no processo de aquecimento? Ou melhor, será que o alongamento teria alguma função? Será que o alongamento realmente provoca os efeitos atribuídos a ele? Será que algum dia houve alguma evidência científica de que a prática de alongamento estático de fato previne lesões? Em 1983, Ekstrand et al mostrou que um grupo de jogadores de futebol profissional, submetidos a um regime de alongamento, aquecimentos, utilizando calçados específicos, usando proteção de tornozelos, com reabilitação supervisionada, educação e acompanhamento por profissionais tiveram 75% menos lesões que o grupo de controle. Outros estudos também confirmaram este resultado, ambos usando pelo menos uma outra intervenção além do alongamento estático. (Ekstrand et al, Bixler et al)

Foram encontradas também evidências clínicas que sugerem que o alongamento não previne lesões. van Mechelen publicou um estudo demonstrando que este tipo de intervenção não era eficaz, porém, muitos dos indivíduos que participaram do estudo tinham níveis de flexibilidade baixos, o que sugeriria um indicador de incidência de lesões, já que níveis muito baixos ou muito altos de flexibilidade são indicadores de ocorrência de lesões musculares.

Como foi dito anteriormente, algumas pessoas acreditam que um músculo flexível tem menos chances de se lesionar. A partir de uma consulta à literatura disponível temos que um aumento na flexibilidade do tecido pela temperatura (Macera et al), imobilização (Noyes et al) ou fadiga (Maier et al, Taylor et al) está associado a uma menor capacidade de absorção de energia pelo tecido. Embora isto não seja o equivalente ao alongamento, nenhuma literatura disponível demonstra que um aumento na flexibilidade está associado a uma maior capacidade de absorver energia. Além disso, a maioria das lesões ocorre durante contrações excêntricas (Garret et al) que, por sua vez, causam a lesão dentro de uma amplitude articular normal, por causa da heterogeneidade dos tamanhos dos sarcômeros (Horowitz et al, Edman et al, Julian et al, Julian et al, Julian et al). Se, portanto, as lesões ocorrem dentro de uma amplitude articular normal, por que uma amplitude articular aumentada evitaria lesões?

Para auxiliar na árdua tarefa de responder tais perguntas, será feita uma análise, a partir da literatura disponível, sobre os efeitos provocados pelo alongamento estático no tecido muscular e se alguns desses efeitos são ou não benéficos para o incremento da performance e a prevenção de lesões. Em seguida, será feita uma análise sobre o processo de aquecimento, discutido os seus efeitos

fisiológicos, a fim de se desvincular estes dois termos, pois ficará demonstrado que ambos dizem respeito a processos completamente distintos.

## **DEFININDO O TERMO “ALONGAMENTO”**

De pronto, podemos definir o termo de maneira simples e objetiva como “manobra através da qual se afasta origem e inserção de um determinado músculo ou grupo muscular, visando alongar as fibras musculares e, assim, aumentar a amplitude de movimento das articulações”.

Baseado na premissa de que “quanto maior a flexibilidade, melhor”, ou seja, quanto mais flexível for o atleta, menos lesões musculares sofrerá, esta prática vem sendo adotada há tempos. No entanto, estudos vêm demonstrando que essa relação não ocorre, necessariamente, desta forma. Para ilustrar a argumentação, vamos nos ater a detalhes da prática do alongamento estático e seus efeitos sobre o músculo:

Em linhas gerais, o alongamento estático pode ter dois tipos de efeitos sobre o tecido muscular e conjuntivo: agudos e crônicos.

Os agudos podem ser: mudança no comprimento do tendão, mudança dos componentes elásticos seriais ou paralelos, mudança no comprimento e distribuição dos sarcômeros ao longo das fibras musculares.

Os efeitos crônicos podem ser, além dos citados acima: mudança na composição do tendão que pode ocasionar mudanças nas propriedades viscoelásticas na unidade musculotendinosa.

Estudos mostram em modelos animais e humanos que, após repetidos alongamentos, há de fato uma mudança nas propriedades viscoelásticas dos músculos, com uma diminuição do “stress” em qualquer tensão pelos primeiros 3 ou 4 alongamentos. No entanto, estes efeitos não duram mais que uma hora e não se conhece os efeitos a longo prazo nas propriedades viscoelásticas das fibras. (35, 36)

A partir desta observação, pode-se afirmar que a prática do alongamento estático produz um certo relaxamento nas fibras musculares, o que contradiz umas das aplicações atribuídas à sua prática, a melhora da performance muscular, pois há evidências mostrando que este relaxamento interfere negativamente na transferência de força entre o músculo e os ossos, fazendo com que o alongamento estático tenha, na realidade, um efeito negativo sobre a capacidade do músculo de produzir torque. (9)

Não há estudos que forneçam dados sobre eventuais mudanças causadas no músculo e tendões pela prática de alongamento estático a longo prazo. O que existem são evidências que sugerem que o aumento da amplitude articular ocorre mais devido a um aumento de tolerância do indivíduo ao alongamento do que a mudanças nas propriedades mecânicas ou viscoelásticas das fibras. (34)

Abordando um outro aspecto importante: por que seria necessário o aumento da amplitude de movimento da articulação se o maior número de lesões ocorre durante alta carga excêntrica dentro de um ângulo normal de movimento, os níveis praticados diuturnamente em treinamentos e competições?

A necessidade, portanto, de um atleta ser mais ou menos flexível está estritamente ligada à modalidade esportiva praticada, sendo que aqueles indivíduos que apresentam menor ou maior nível de flexibilidade numa dada modalidade correm maior risco de lesão do que aqueles que se encontram dentro da média (Cramer et al, 39). Testes com animais in vitro e in situ, utilizando uma rotina de alongamentos realizada durante 12 dias, não encontraram nenhuma evidência de

que a prática de alongamento é capaz de diminuir os riscos de lesões musculares em movimentos concêntricos ou excêntricos. (37)

Ainda segundo o mesmo estudo, analisando um outro protocolo, uma rotina de 12 dias de alongamento em ratos não mostrou nenhuma mudança nas propriedades viscoelásticas do tecido muscular, o que vai de acordo com os fatos narrados anteriormente (34). Da mesma forma, evidências clínicas demonstram que uma rotina de alongamento não é capaz de diminuir a incidência de lesões. (32)

Lesões musculares são classificadas de acordo com a sua manifestação clínica. As do tipo I são caracterizadas por dor muscular que dura 24-48 horas após o exercício, em pessoas não acostumadas àquela quantidade de esforço. As do tipo II, ou "distensões", ocorrem quando poucas fibras se rompem, grau 1, ou quando o músculo inteiro e a fascia são rompidos, grau 3. O tipo II é o mais comum entre atletas, e tem um alto índice de reincidência. (37)

Pope et al publicaram um estudo envolvendo 1.538 recrutas militares, com idades entre 17-35 anos, cujo fato de exclusão foi a existência histórico de lesão muscular séria. Cada participante realizou trabalhos físicos dia sim, dia não, por 11 semanas, totalizando 40 sessões. Antes do exercício, o grupo experimental realizava 20 segundos de alongamento do gastrocnêmio, sóleo, hamstring, quadríceps, adutores e flexores do quadril. Os participantes foram observados por 12 semanas, tempo total de duração do programa de treinamento. As lesões musculares dos membros inferiores eram consideradas se impedissem o recruta de retornar às atividades por um período igual ou maior que 3 dias, livre de sinais e sintomas. (29)

Em um outro estudo dos mesmos autores, 1.093 recrutas, com idades entre 17-35 anos, com o mesmo critério de exclusão. Cada participante realizou trabalhos físicos dia sim, dia não, por 11 semanas, totalizando também 40 sessões. Antes do exercício, o grupo experimental realizava 20 segundos de alongamento do gastrocnêmio e sóleo de ambas as pernas. O grupo de controle realizava alongamentos apenas para os membros superiores. Os participantes foram observados por 12 semanas, tempo total de duração do programa de treinamento. As lesões musculares dos membros inferiores, neste caso torção de tornozelo, tendinite no tendão calcâneo e síndrome do compartimento anterior (anterior compartment syndrome) eram consideradas se impedissem o recruta de retornar às atividades por um período igual ou maior que 3 dias, livre de sinais e sintomas. (28)

Em nenhum dos dois trabalhos a prática de alongamento estático antes do exercício foi capaz de produzir uma redução estatisticamente relevante na incidência de lesão nos recrutas. Os autores sustentam que a incidência de lesão está estritamente ligada à idade e ao nível de condicionamento físico e não à prática de alongamento estático antes da atividade física.

Se, portanto, não há evidências de que o protocolo de alongamento praticado normalmente não implica menor número de lesões e tem efeito prejudicial à performance muscular, qual seria o elemento do processo de aquecimento responsável pelos efeitos benéficos erroneamente atribuídos ao alongamento?

Pope et al, no estudo citado acima, trazem uma pista importante. O nível de condicionamento físico, ao contrário do alongamento estático, está intimamente ligado a uma maior ou menor incidência de lesões. O que significa, portanto, um melhor condicionamento muscular no que diz respeito a ocorrência das lesões definidas anteriormente? Dentre outras características, pode-se citar, a nível tecidual, maior recrutamento neuromuscular de fibras, maior capacidade das fibras de absorver energia e transferi-la para o sistema ósseo e maior quantidade de substrato energético. Fatores que não são obtidos pela prática de alongamento.

Tomemos como exemplo um estudo que mediu a força muscular após 30 segundos de alongamento estático e dinâmico através do exercício de

extensão de perna. Aqueles que realizaram o alongamento estático por 30 segundos e aqueles que não alongaram não apresentaram diferença estatística entre seus resultados, demonstrando mais uma vez que este protocolo de alongamento, largamente utilizado, não produz nenhum tipo de incremento na performance muscular. Por outro lado, aqueles que realizaram alongamento dinâmico tiveram um aumento da performance muscular. O protocolo utilizado para o alongamento dinâmico foi o seguinte: cada indivíduo contraía o antagonista do músculo a ser alongado, em pé, e flexionava ou estendia algumas articulações por 2 segundos, fazendo com que o músculo alvo fosse alongado. Este procedimento era repetido cinco vezes, devagar no início, e depois por 10 vezes o mais forte e rápido possível. O procedimento era realizado primeiro na perna esquerda e, em seguida, na direita, com um período de 20 segundos de descanso.

Embora o processo pelo qual o alongamento dinâmico melhora a performance muscular necessite ser elucidado, é sugerido que os principais motivos sejam o aumento da temperatura muscular e maior ativação neural, causada pela contração ativa dos antagonistas durante a execução do alongamento, o que caracteriza, claramente, um processo de aquecimento muscular, já que os alongamentos realizados por períodos curtos de tempo como estes utilizado no trabalho em questão, não tem efeito crônico nenhum sobre o tecido muscular, como demonstrado anteriormente.

Outro achado interessante do estudo é que o alongamento estático tende a ser “pior” para os indivíduos que dispõe de uma condição física melhor, isto é, prejudica mais a performance muscular daqueles mais bem preparados fisicamente.

## **DEFININDO O TERMO “AQUECIMENTO”**

Processo através do qual se busca aumentar a temperatura do corpo (deVries 1980); Aumentar a frequência cardíaca e o fluxo de sangue no músculo (Karvonen, 1978), que acaba por melhorar a eficiência do transporte de oxigênio, (deVries 1980); remoção do dióxido de carbono e remoção do lactato (Karvonen, 1978). Aumentar a ativação neuromuscular do SNC, melhorando a coordenação, tempo de reação e qualidade de execução do movimento (Shellock and Prentice 1985); aumentar a capacidade de contração muscular e melhorar a eficiência contrátil através do aumento da temperatura corporal e maior atividade do SNC (Bergh 1980); melhora as propriedades viscoelásticas do músculo, resultando numa menor incidência de contusões musculotendinosas (Lehman et al 1970, Sapega et al 1981).

Alguns efeitos importantes do aquecimento nos diversos sistemas orgânicos:

### **Sistema Cardiovascular**

- Aumento da frequência cardíaca.
- Elevação da pressão arterial.
- Aumento da quantidade de sangue na circulação pelo aumento de seu fluxo e ativação de capilares.

### **Sistema Respiratório**

- Aumento da frequência e profundidade respiratória.
- Aumento do equivalente respiratório para o oxigênio.

#### Sistema Muscular e Articular

- Diminuição da viscosidade muscular devido ao aumento da temperatura corporal.
- Melhor suprimento energético pela maior quantidade e velocidade da oferta de substratos.
- Otimização dos processos neuromusculares e articulares, proporcionando melhor coordenação dos movimentos resultando em menor gasto energético e maior resistência à fadiga.
- Diminui a possibilidade de lesões músculo-articulares.

#### Aspectos psíquicos do rendimento

- Melhora na disposição física.
- Aumento da capacidade de percepção espacial e temporal.
- Aumento da concentração e atenção.

- O aumento da temperatura muscular aumenta a performance (5), sendo este um dos principais fundamentos do aquecimento.

- A pós-ativação voluntária significa que a performance foi melhorada pela melhora nas propriedades contráteis do músculo (5, 21), outro fundamento principal do aquecimento.

- Retomando a conclusão de Pope et al, que atribuiu ao condicionamento físico prévio o principal fator na incidência de lesões, conclui-se, enfim, que a melhora na performance e a diminuição do número de lesões estão intrinsecamente ligadas às práticas do aquecimento, descritas acima, que acarretam as mudanças fisiológicas no organismo diretamente relacionadas a uma melhora dos processos neuromusculares, fator definitivo para que haja uma execução ótima dos gestos desportivos.

## DISCUSSÃO

A partir da análise de todos estes dados, é possível concluir, inicialmente, que ALONGAMENTO ESTÁTICO e AQUECIMENTO são procedimentos distintos, e não devem ser empregados como sinônimos de uma mesma prática, como acontece freqüentemente na literatura e no dia-a-dia.

O AQUECIMENTO causa diversas mudanças no organismo, entre elas aumento na temperatura muscular (5) e maior atividade de recrutamento neuromuscular (5, 21), fatores estes fundamentais para melhora na performance e diminuição na ocorrência de lesões.

Por outro lado, o ALONGAMENTO ESTÁTICO não causa nenhum efeito que melhore as condições musculares para a prática da atividade, já que seus efeitos, quando ocorrem, são agudos e de pouca duração, além de não existir comprovação científica de que ocorra mudanças a longo prazo. Vale ressaltar também que não há um único estudo na literatura que demonstre que o alongamento tenha algum tipo de propriedade benéfica para evitar lesões, pois todos os estudos utilizam pelo menos algum outro tipo de intervenção, como Ekstrand et al. O ALONGAMENTO, quando utilizado sozinho, interfere negativamente sobre as propriedades mecânicas nas fibras musculares e sobre o input neural, causando uma diminuição na produção

de força pelo músculo, quando o esforço é realizado imediatamente depois da realização do alongamento, como citado anteriormente.

Estudos que dizem que o alongamento evita lesão ou melhora a performance não o analisam isoladamente. Em geral, o alongamento é seguido de um aquecimento, fato este que mascara qualquer suposto efeito que um protocolo de alongamento como os utilizados normalmente causariam.

Logo, é de suma importância que ambos os termos sejam definidos clara e objetivamente. O alongamento estático não pode ser considerado como parte do processo de aquecimento porque não produz nenhuma das alterações orgânicas atribuídas ao aquecimento, como discutido anteriormente. Da mesma forma, não pode ser atribuída ao alongamento funções pelas quais ele não é responsável, como a melhora da performance e menor incidência de lesão (quando praticado antes da atividade física).

Só haverá melhora de performance e menor número de lesões quando houver as alterações fisiológicas promovidas pelo AQUECIMENTO, sendo as principais o aumento na temperatura muscular e maior recrutamento de fibras musculares, e o ALONGAMENTO não causa nenhuma destas mudanças.

A única mudança causada pelo alongamento, aumento da amplitude articular, não é um fator preponderante na diminuição de lesões, já que a flexibilidade de um indivíduo está diretamente ligada a modalidade praticada, isto é, um aumento de flexibilidade além dos níveis exigidos pela modalidade pode aumentar a incidência de lesões, salvo em casos específicos de indivíduos com níveis baixos de flexibilidade.

Estudos de Pope et al. mostraram que o alongamento é capaz de diminuir em cerca de 5% o risco de lesões musculares, um valor estatisticamente insignificante, que não produz nenhum efeito prático significativo. Nos soldados militares, cujos riscos de lesão no grupo de controle gira em torno de 20% durante o período de preparação física, 5% de redução nos riscos relativos significa uma redução de apenas 1% nos riscos absolutos, o que significa que, em média, 100 pessoas precisam praticar o alongamento por um período de 12 semanas para que se evite uma única lesão. Se o risco de lesão for mantido constante, um indivíduo precisaria praticar este protocolo de alongamento por 23 anos para prevenir uma lesão (27, 30, 31). Em tais estudos, como já ressaltado, os principais fatores na incidência de lesão foram a idade e o nível de condicionamento físico dos indivíduos testados. O trabalho de Pope et al é extenso e utiliza um protocolo de alongamento muito próximo daquele utilizado pelos praticantes de atividades esportivas. Em resumo, uma revisão crítica de estudos sugere que o alongamento estático não previne lesões (Shrier et al)

O presente estudo não visa provar que o alongamento estático não tem aplicação prática. O objetivo principal é analisar o papel do alongamento como "parte integrante do processo de aquecimento" (2, 22, 23, 27), e seus supostos benefícios para o indivíduo praticante de atividade física e para um atleta. Sob esta ótica, fica claro que os termos "aquecimento" e "alongamento" são empregados de forma equivocada na literatura, pois dizem respeito a processos totalmente distintos. Por esta razão, cada procedimento foi abordado amplamente e definido de forma mais objetiva.

Restou claro, enfim, que o alongamento estático praticado no pré-exercício não produz nenhum dos efeitos atribuídos à sua prática, sendo inclusive prejudicial na produção de força pelo músculo em algumas situações, não sendo útil, portanto, para integrar um protocolo de aquecimento, enquanto este último é mais eficiente na melhora da performance muscular e diminuição de lesões.

## BIBLIOGRAFIA

1. Allerheiligen, W.B. Stretching and warm-up. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning*. T.R. Baechle, ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 1994. pp. 289-313.
2. Alter, M.J. *Sports Stretch*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1997.
3. Bandy, W.D., and J.M. Irion. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys. Ther.* 74:845-852. 1994.
4. Behm, D.G., D.C. Button, and J.C. Butt. Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Can. J. Appl. Physiol.* 26:261-272. 2001.
5. Bishop, D. Warm up I. Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med.* 33:439-454. 2003.
6. Church, J.B., M.S. Wiggins, F.M. Moode, and R. Crist. Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *J. Strength Cond. Res.* 15:332-336. 2001.
7. Cornwell, A., A.G. Nelson, G.D. Heise, and B. Sidaway. Acute effects of passive muscle stretching on vertical jump performance. *J. Hum. Mov. Stud.* 40:307-324. 2001.
8. Cornwell, A., A.G. Nelson, and B. Sidaway. Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *Eur. J. Appl. Physiol.* 86:428-434. 2002.
9. Evetovich, T.K., N.J. Nauman, D.S. Conley, and J.B. Todd. Effect of static stretching of the biceps brachii on torque, electromyography, and mechanomyography during concentric isokinetic muscle actions. *J. Strength Cond. Res.* 17:484-488. 2003.
10. Fowles, J.R., D.G. Sale, and J.D. MacDougall. Reduced strength after passive stretch of the human plantar flexors. *J. Appl. Physiol.* 89:1179-1188. 2000.
11. Fredrick, G.A., and D.J. Szymanski. Baseball (part 1): Dynamic flexibility. *Strength Cond. J.* 23:21-30. 2001.
12. Guissard, N., J. Duchateau, and K. Hainaut. Muscle stretching and motoneuron excitability. *Eur. J. Appl. Physiol.* 58:47-52. 1988.
13. Hedrick, A. Dynamic flexibility training. *Strength Cond. J.* 22:33-38. 2000.
14. Hedrick, A. Flexibility training for range of motion. *Performance Training J.* 1:13-20. 2002.
15. Ito, M., and Y. Yoda. Development of an apparatus to measure instantaneous leg extension power output [in Japanese with English abstract]. *Jpn. J. Sports Sci.* 11:742-746. 1992.
16. Knudson, D., K. Bennett, R. Corn, D. Leick, and C. Smith. Acute effects of stretching are not evident in the kinematics of the vertical jump. *J. Strength Cond. Res.* 15:98-101. 2001.
17. Kokkonen, J., A.G. Nelson, and A. Cornwell. Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res. Q. Exerc. Sport.* 69:411-415. 1998.
18. Magnusson, S.P., P. Aagaard, and J.J. Nielson. Passive energy return after repeated stretches of the hamstring muscle-tendon unit. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32:1160-1164. 2000.
19. Magnusson, S.P., M. McHugh, G. Gleim, and J. Nicholas. Tension decline from passive static stretch [abstract]. *Med. Sci. Sports Exerc.* 25S:140. 1993.
20. Nelson, A.G., and J. Kokkonen. Acute ballistic muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res. Q. Exerc. Sport.* 72:415-419. 2001.
21. Sale, D.G. Postactivation potentiation: Role in human performance. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 30:138-143. 2002.
22. Shellock, F.G., and W.E. Prentice. Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Med.* 2:267-278. 1985.
23. Young, W.B., and D.G. Behm. Should static stretching be used during a warm-up for strength and power activities?. *Strength Cond. J.* 24:33-37. 2002.
24. Young, W.B., and D.G. Behm. Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 43:21-27. 2003.
25. Young, W., and S. Elliott. Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Res. Q. Exerc. Sport.* 72:273-279. 2001.
26. Zhang, J.G., T. Ohta, K. Ishikawa-Tanaka, I. Tabata, and M. Miyashita. Effects of daily activity recorded by pedometer on peak oxygen consumption ( $\dot{V}_{O_{2peak}}$ ), ventilatory threshold and leg extension power in 30- to 69-year-old Japanese without exercise habit. *Eur. J. Appl. Physiol.* 90:109-113. 2003.
27. Rob D. Herbert and Michael Gabriel. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *British Medical Journal*, 2002; 325; 468-doi: 10.1136/bmj.325.7362.468.
28. Pope et al. Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle stretching on injury risk in army recruits. *Australian J Physiotherapy*, 1998;9;165-77
29. Pope et al. A randomized trial of pre-exercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Med Sci Sport Exercise*, 2000;32;271-7
30. Buroker KC, Schwane JA. Does postexercise stretching alleviate delayed muscle soreness? *Physician Sportsmed* 1989;17;65-83
31. High DM, Howley ET, Franks BD. The Effects of static stretching and warm-up on prevention of delayed-onset muscle soreness. *Res Q* 1989;60;357-61
32. Shrier, I. Stretching before exercise does not reduce the risk of local muscle injury: a critical review of the clinical and basic science literature. *Clinical Journal of Sports Medicine* 1999;9;221-27
33. Safran MR, Seaber AV & Garret WE. Warm-up and muscular injury prevention: an update. *Sports Medicine* 1989;8;239-49
34. Magnusson SP, Aagaard P, Simonsen EB & Bojsen-Moller F. A biomechanical evaluation of cyclic and static stretch in human skeletal muscle. *International Journal of Sports Medicine* 1998;19;310-16
35. Magnusson SP, Simonsen EB, Dyhre-Poulsen P, Aagaard P, Mohr T & Kjaer M. Viscoelastic stress relaxation during static stretch in human skeletal muscle in absence of EMG activity. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 1996;6;323-28.
36. Taylor DC, Dalton JD, Seaber AV & Garret WE Jr. Viscoelastic properties of the muscle tendon unit: The biomechanical effects of stretching. *American Journal of Sports Medicine* 1990;18;300-09
37. Jonathan Black, Marcus Freeman and E. Don Stevens. A 2 week routine stretching programme did not prevent contraction-induced injury in mouse muscle. *Journal of Physiology* 2002;544.1;137-47
38. Janne Avela, Heikki Kyrolainen and Paavo Komi. Aletred reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *Journal of Applied Physiology*; 1999; 1283-9
39. Thacker et al 2004, Scott Riewald, NSCA Journal, Vol. 26, n° 5, p 58-59