

O alongamento e o aquecimento interferem na resposta neuromuscular? Uma revisão de literatura

Does stretching and warm-up interfere on neuromuscular response? A literature review

VIEIRA WHB, NOGUEIRA JFS, SOUZA JC, PRESTES J. O alongamento e o aquecimento interferem na resposta neuromuscular? Uma revisão da literatura. **R. bras. Ci. e Mov** 2013;21(1):158-165.

RESUMO: O alongamento e o aquecimento são comumente utilizados antes de qualquer atividade esportiva, seja ela competitiva ou recreacional. O objetivo do presente estudo foi realizar uma breve revisão da literatura, dos últimos 15 anos, a respeito da influência do alongamento e aquecimento na resposta neuromuscular. Para essa análise foram utilizados periódicos das seguintes bases bibliográficas: Pubmed, Scielo, Isi Web of Knowledge e Lilacs. Os artigos revisados mostram que o aquecimento pode, por meio do aumento da temperatura, promover um aumento na velocidade de contração muscular e potencializar a resposta neuromuscular, enquanto que o alongamento, em curto prazo, parece promover um efeito depressor sobre a resposta neuromuscular. Um melhor entendimento do comportamento neuromuscular após o aquecimento e/ou o alongamento pode auxiliar no desenvolvimento de aplicações mais específicas na prática clínica e esportiva.

Palavras-chave: Alongamento; Aquecimento; Eletromiografia; Propriocepção.

ABSTRACT: Stretching and warm-up are commonly used before and after any sports activities, being competitive or recreational. The aim of the present study was to perform a brief review of the literature of the past 15 years concerning the influence of the stretching and warm-up on the neuromuscular response. For this analysis the journals from the following bibliographic databases were used: Pubmed, Scielo, Isi Web of Knowledge and Lilacs. The reviewed articles showed that the warming-up can, by the means of increased temperature, promote an increase in the velocity of muscle contraction and potentiate the neuromuscular response, while short-term stretching, promote a depressor effect on the neuromuscular response. A better understanding of the neuromuscular behavior following a warm-up and/or stretching protocol may aid to the development of more specific applications in the clinical and sports practice.

Key Words: Stretching; Warm-up; Electromyography; Proprioception.

Wouber H. de B. Vieira¹
João F. de S. Nogueira²
Jéssica C. de Souza³
Jonato Prestes³

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte

²Programa de Pós-Graduação Lato Senso em Fisioterapia Ortopédica e Desportiva

³Universidade Católica de Brasília

Enviado em: 22/03/2012

Aceito em: 22/10/2012

Contato: Wouber Héricksen de Brito Vieira - hericksonfisio@yahoo.com.br

Introdução

O alongamento e o aquecimento são práticas comumente utilizadas antes de qualquer atividade esportiva, seja ela competitiva ou recreacional. Alongamento é o termo usado para descrever os exercícios físicos que aumentam o comprimento dos tecidos moles e, conseqüentemente, a flexibilidade¹. Já o aquecimento é utilizado para desempenhar, basicamente, duas funções: melhorar a dinâmica muscular diminuindo sua propensão a lesões e preparar o atleta para as exigências do exercício².

Neste sentido, a influência do alongamento e do aquecimento sobre as propriedades viscoelásticas e de flexibilidade músculo-esquelética recebeu atenção da comunidade científica^{3,4,5}. Entretanto, os efeitos desses recursos sobre o controle neuromuscular ainda não estão bem esclarecidos. Mudanças agudas no comprimento, rigidez e na força da unidade músculo-tendínea podem alterar a capacidade de o indivíduo detectar alterações na posição articular e responder a um estímulo externo⁶.

A propriocepção foi, originalmente, definida por Sherrington⁷ como, “a percepção da articulação e do movimento corporal, bem como da posição do corpo, ou dos segmentos corporais, no espaço”. As estruturas responsáveis por captar a informação proprioceptiva são os receptores musculares como: o fuso muscular, o órgão tendinoso de Golgi e os receptores presentes na cápsula, ligamentos e meniscos⁸. Os receptores intra-articulares podem iniciar uma resposta reflexa fornecendo informações e retroalimentação para uma resposta postural automática do corpo⁹. Dessa forma, as informações sobre o grau de modificação mecânica das estruturas articulares captadas pelos mecanorreceptores são enviadas ao sistema nervoso central (SNC), onde são processadas, auxiliando na detecção do movimento e no conhecimento da posição da articulação no espaço¹⁰.

A retroalimentação proprioceptiva dos mecanorreceptores músculo-tendíneos e capso-ligamentares têm um papel significativo na forma como o SNC controla os movimentos ativos. Para avaliar melhor a relação entre propriocepção periférica e resposta neuromuscular têm se baseado em medidas da eletromiografia de superfície

(EMG), como o Tempo de Latência Muscular (TLM) e a amplitude de ativação neuromuscular¹¹. A expressão do sinal EMG permite a avaliação dos padrões de ativação neuromuscular, em razão da sua relação com a ativação das unidades motoras¹².

O TLM é uma variável captada por meio da EMG para medir a velocidade de resposta muscular frente a um determinado estímulo. A identificação de retardos ou antecipações nas respostas musculares sugere uma alteração proprioceptiva que pode acarretar ou prevenir lesões¹³. Avela, Kyrolainen e Komi¹⁴, Evetovich *et al.*¹⁵ e Cramer *et al.*¹⁶ utilizaram-se da EMG posicionando eletrodos de superfície em pontos motores de determinados músculos para avaliar a produção de força máxima por meio da análise da amplitude do sinal eletromiográfico. Segundo estes pesquisadores, o recrutamento de unidades motoras é altamente dependente do controle exercido pelo SNC, além disso, foi sugerido que atividades que reduzem a rigidez muscular podem prejudicar o desempenho da força.

Em relação ao aquecimento, tem-se hipotetizado que o mesmo promove muitos benefícios fisiológicos, tais como: aumento na velocidade e na força de contração muscular por meio da aceleração do processo metabólico e redução da viscosidade interna, que resultaria em contrações mais rápidas. A velocidade de transmissão nervosa também pode aumentar com o aumento da temperatura, que por sua vez, aumenta a velocidade de contração e reduz o tempo de resposta².

Neste sentido, os efeitos benéficos do aquecimento pré-exercício no desempenho neuromuscular têm sido atribuídos, principalmente ao aumento da temperatura muscular observado seguido ao aquecimento¹⁷. A elevação da temperatura muscular aumenta a taxa de atividade da ATPase, que pode promover a ativação mais rápida das fibras musculares¹⁸. Behm *et al.*⁵ sugeriram que o aquecimento aumenta a velocidade de condução nervosa e poderia diminuir o tempo de resposta neuromuscular a um estímulo externo.

Foi sugerido que o alongamento poderia promover alterações nos fatores neuromusculares como: diminuição na ativação da unidade motora e/ou mudanças da

sensibilidade reflexa^{19,20}. Avela, Kyrolainen e Komi¹⁴ relataram decréscimos no recrutamento de unidades motoras por meio da amplitude do sinal eletromiográfico após realização do alongamento passivo. Entretanto, Evetovich *et al.*¹⁵ ao analisarem os efeitos do alongamento estático sobre o bíceps braquial não perceberam alteração no número de unidades motoras recrutadas e nem no nível de ativação muscular mensurado pela EMG.

A maneira pela qual o alongamento e o aquecimento podem modificar o comportamento neuromuscular ainda não é clara. Na literatura, os estudos mostraram-se contraditórios a cerca da relação entre aquecimento/alongamento e resposta neuromuscular.

A realização do presente estudo se pautou na busca de um maior esclarecimento a respeito das alterações nas propriedades neuromusculares decorrentes do alongamento e aquecimento. Portanto, o objetivo do estudo foi fazer uma breve revisão da literatura, dos últimos 15 anos, de estudos que investigaram a influência do alongamento e aquecimento na resposta neuromuscular.

Materiais e Métodos

Tipo de estudo

O presente estudo foi do tipo levantamento bibliográfico de caráter descritivo e exploratório, uma vez que consistiu na análise crítica de trabalhos publicados nos últimos 15 anos, relacionados aos efeitos do aquecimento e do alongamento sobre a resposta neuromuscular.

Procedimentos

Para a elaboração deste estudo foi realizada, primeiramente, a identificação das obras de interesse por meio da busca em bases de pesquisa científica *on-line*. As bases de dados bibliográficas pesquisadas foram: Pubmed, Scielo, *Isi Web of Knowledge* e Lilacs. Em seguida, os artigos pertinentes ao assunto foram selecionados, os seus dados coletados e repassados com exatidão para constituir-se em informação para essa revisão de literatura.

A busca dos artigos foi feita no período de abril de 2008 a março de 2009. Para essa busca, utilizaram-se os

seguintes descritores: alongamento, aquecimento, eletromiografia, propriocepção, *stretching*, *warm-up*, *electromyography* e *proprioception*, com base no índice de descritores (palavras-chaves) das ciências da saúde. Foi realizada uma análise crítica semi-qualitativa do material encontrado na literatura, utilizando-se dos principais pontos de concordância ou discordância entre os autores no que se refere aos efeitos positivos e negativos do aquecimento e do alongamento sobre a resposta neuromuscular.

Foram incluídos nessa revisão estudos que avaliaram o comportamento neuromuscular por meio da EMG de superfície. Para fazer parte dessa revisão foram selecionados estudos controlados randomizados que mensuraram a amplitude de ativação muscular ou tempo de latência muscular por meio da análise eletromiográfica em indivíduos saudáveis submetidos ao aquecimento ou alongamento.

Não foram incluídos nesta revisão estudos que utilizaram outros recursos, que não a EMG de superfície para avaliar tempo de latência e amplitude neuromuscular ou que avaliaram indivíduos com algum tipo de distúrbio dos sistemas músculo-esquelético e nervoso. Adicionalmente, vai além do escopo da presente revisão detalhar os estudos que investigaram o efeito do alongamento e aquecimento pré-exercício sobre a produção de força e potência muscular. Para mais detalhes sobre o assunto sugerimos a revisão de Rubini, Costa e Gomes²¹.

Resultados e Discussão

No total foram catalogados 34 artigos, sendo cinco nacionais e 29 internacionais. Dentre os artigos enumerados, cinco deles eram trabalhos de revisão de literatura e 29 eram pesquisas experimentais. Dos periódicos que serviram de referência para o presente estudo, 13 pesquisas experimentais^{14,15,18-20,22,23,25-29,31} apresentaram conteúdo específico sobre os efeitos do alongamento e do aquecimento sobre a resposta neuromuscular e, portanto, foram estudados em maior profundidade, diferentemente de outros que foram

utilizados para fins de contextualização do tema pesquisado.

Os artigos revisados trataram de avaliar os possíveis efeitos imediatos do aquecimento ou do

alongamento sobre a resposta neuromuscular. Essa análise foi feita através da EMG de superfície, considerando-se o TLM e a amplitude eletromiográfica (amplitude de ativação muscular), conforme tabela 1.

Tabela 1. Resumo dos estudos sobre os efeitos agudos do alongamento e aquecimento sobre a resposta neuromuscular

Estudo	Amostra	Protocolo	Coletas	Resultados
Avela <i>et al.</i>	20H	Foram realizados testes de CVM para testar o efeito do alongamento passivo do músculo tríceps sural na sensibilidade reflexa.	CVM, EMG (gastrocnêmio e sóleo), e a sensibilidade reflexa.	A realização do alongamento passivo provocou acentuada diminuição na CVM, EMG e na sensibilidade reflexa
Evetovich <i>et al.</i>	10H / 8M	Testes de força isocinética máxima do antebraço (30 e 270°·s ⁻¹) com e sem alongamento prévio	Pico de torque, EMG, MMG	A realização do teste de força isocinética máxima sem alongamento prévio proporcionou maior torque muscular e maior amplitude da MMG, sem diferença para EMG
Stewart <i>et al.</i>	6H / 2M	Testes de força isocinética máxima (3 repetições máximas de extensão de joelho seguida por 3 saltos agachados na plataforma de força) depois do aquecimento ativo (70% do LV na bicicleta ergométrica) ou passivo	Potência máxima instantânea, CVM, e EMG de superfície	A realização do aquecimento previamente aos testes de força influenciou positivamente nas respostas da potência muscular durante o salto agachado e na ativação muscular
Cramer <i>et al.</i>	7H / 14M	Testes de força isocinética máxima dos extensores de joelho (60 e 240°·s ⁻¹) com e sem alongamento prévio	Pico de torque, potência média, EMG (VL e RF) e MMG (VL e RF)	Os resultados indicaram que o alongamento prévio aos testes de força isocinética diminuiu a produção de força e ativação muscular
Cramer <i>et al.</i>	15H	Testes de força excêntrica isocinética máxima dos extensores de joelho (60 e 180°·s ⁻¹) com e sem alongamento prévio	Pico de torque, potência média, EMG (VL e RF) e MMG (VL e RF)	Os resultados indicaram que o alongamento estático não afeta pico de torque isocinético excêntrico, a potência muscular, nem altera a ativação muscular
Rosenbaum & Hennig	50H	Os indivíduos realizaram uma das três condições: (1) nenhum exercício, (2) após o alongamento estático do tríceps sural (3 min.) e (3) após uma corrida de 10 minutos de aquecimento em uma esteira. Os participantes foram submetidos a 30 min. de alongamento passivo máximo tolerável (13 séries de 135 segundos cada um durante 33 min) e um período controle sem nenhum alongamento dos flexores plantar.	Reflexo do tendão (tríceps sural) na perna direita, e EMG (cabeça medial do gastrocnêmio e do músculo sóleo).	Os resultados indicaram que as alterações nas características da força após o alongamento indicaram que o comprimento muscular foi melhorado. Por outro lado, as alterações após a corrida teve uma influência mais pronunciada em relação ao desenvolvimento de força e uma diminuição da atividade EMG
Fowles <i>et al.</i>	6H / 4M	Os indivíduos realizaram uma das três condições: (1) nenhum exercício, (2) após o alongamento estático do tríceps sural (3 min.) e (3) após uma corrida de 10 minutos de aquecimento em uma esteira. Os participantes foram submetidos a 30 min. de alongamento passivo máximo tolerável (13 séries de 135 segundos cada um durante 33 min) e um período controle sem nenhum alongamento dos flexores plantar.	CVM e EMG	Os resultados indicaram que o alongamento prolongado de um único músculo diminui a força voluntária em até 1 h, após o alongamento
Cornwell <i>et al.</i>	10H	Os voluntários realizaram saltos estáticos e saltos contra movimento antes e após alongamento passivo do tríceps sural	Rigidez e ativação muscular do tríceps sural	Os resultados demonstraram de que uma sessão aguda de alongamento pode ter um impacto negativo sobre o desempenho no salto contra movimento, mas é pouco provável que o mecanismo responsável é uma diminuição da ativação do muscular ou uma alteração na rigidez musculotendinosa

EMG = eletromiografia; MMG = mecanomiografia; LV = limiar ventilatório; CVM = contração voluntária máxima; H = homens; M = mulheres

Grande parte das pesquisas que avaliaram os efeitos do alongamento e/ou do aquecimento nos tecidos biológicos analisaram mudanças nas propriedades

viscoelásticas e de flexibilidade músculo-esquelética. Possíveis alterações na força e na amplitude de movimento articular tem sido foco de análise das

pesquisas que envolvem alongamento e aquecimento. Por outro lado, poucos estudos avaliaram a influência desse tipo de intervenção nos vários mecanismos de retroalimentação proprioceptiva e respostas neuromusculares.

Alongamento e Resposta Neuromuscular

Em estudo realizado por Rosenbaum e Hennig²², com 15 mulheres houve um aumento no tempo de latência dos músculos gastrocnêmio e sóleo após a realização do alongamento passivo do tríceps sural por três minutos seguidos. Para os autores deste estudo, um aumento no tempo de reação pode ser explicado por efeitos adaptativos dos proprioceptores. Outro fator que poderia justificar o aumento do tempo de latência muscular causado pelo alongamento poderia ser a diminuição da velocidade de condução do neurônio motor²³.

Benesch *et al.*²⁴ ao analisarem o tempo de latência muscular dos fibulares longo e curto após súbita inversão do tornozelo em 30 sujeitos saudáveis, não encontram nenhuma diferença no tempo de latência pré e pós-alongamento. Resultado semelhante foi obtido por Konradsen *et al.*²⁵ ao analisarem o tempo de resposta dos músculos fibulares de 10 voluntários após uma abrupta inversão de 30° do tornozelo, ou seja, não houve diferença no tempo de resposta muscular pré e pós-alongamento.

O efeito imediato do alongamento sobre o tempo de resposta muscular parece ser músculo específico e depende da função e estrutura anatômica do grupo muscular avaliado¹⁹. No entanto, os estudos analisados não são conclusivos quanto ao efeito deletério do alongamento sobre o tempo entre um estímulo e uma resposta neuromuscular e, conseqüentemente, melhorar a acuidade proprioceptiva.

Alguns estudos^{22,26,27} que avaliaram o efeito imediato do alongamento na amplitude EMG observaram uma diminuição na ativação muscular. Os pesquisadores sugeriram que o alongamento poderia alterar as propriedades neurais, como decréscimo na

ativação das unidades motoras, frequência mediana e/ou alterações na sensibilidade reflexa.

Avela, Kyrolainen e Komi¹⁴ detectaram uma diminuição no recrutamento de unidades motoras (diminuição da amplitude eletromiográfica) depois de repetidas séries de alongamentos passivos do tríceps sural. Fowles *et al.*²⁶ submeteram 10 adultos jovens a um protocolo de 30 minutos de alongamento passivo dos flexores plantares (13 alongamentos de 135s cada) e observaram uma redução significativa na ativação das unidades motoras após o protocolo de alongamento. De acordo com estes autores cerca de 60% da diminuição da ativação neuromuscular induzida pelo alongamento ocorreu devido à alteração de fatores neurais e destacaram ainda que este é um efeito agudo que pode ser recuperado após 15 minutos da intervenção. Para Behm *et al.*²⁰ que estudaram o comportamento neuromuscular do quadríceps femoral de 20 sujeitos após 20 minutos de alongamento passivo e estático, grande parte da diminuição de força dos extensores do joelho está associada a diminuição da ativação muscular. No entanto, é importante considerar os estudos de Fowles *et al.*²⁶ e Behm *et al.*²⁰ trazem protocolos de alongamento diferentes dos utilizados atualmente na prática clínica e esportiva.

Estudos de Cramer *et al.*²⁸ e Evetovich *et al.*¹⁵ sugerem que não existe correlação entre alongamento e alterações na amplitude EMG. Para Cramer *et al.*²⁸ os resultados do estudo, com 15 homens submetidos a alongamento passivo do quadríceps femoral antes de ações musculares excêntricas máximas dos músculos extensores do joelho dominante e não dominante em 60°·s⁻¹ e 180°·s⁻¹ em um dinamômetro isocinético, sugerem que esse tipo de alongamento não promove mudanças na ativação neuromuscular. Evetovich *et al.*¹⁵ encontraram resultados semelhantes quando analisaram o comportamento neuromuscular dos flexores de cotovelo durante ações musculares máximas com velocidades de 30°·s⁻¹ e 270°·s⁻¹ em 18 voluntários após protocolo de alongamento.

Os artigos revisados sobre a influência do alongamento nas propriedades neurais de controle

muscular demonstraram que o alongamento não potencializa a resposta neuromuscular, entretanto, é importante enfatizar a diferença dos protocolos utilizados (longos) quanto comparados aos utilizados na prática clínica ou esportiva. Na quase totalidade dos estudos, o alongamento, em curto prazo, apresentou-se como um fator que pode comprometer a resposta neuromuscular, aumentando o tempo latência muscular e/ou diminuindo o número de unidades motoras recrutadas. Vale ressaltar que, estes resultados não inviabilizam o uso do alongamento crônico e sim mostram os efeitos agudos deste tipo de intervenção sobre a ativação neuromuscular. Vale ressaltar que apenas o estudo de Rosenbaum e Hennig²² demonstrou alteração no tempo de latência muscular, o que reforça a necessidade de novos estudos.

Aquecimento e Resposta Neuromuscular

Stewart, Macaluso e De Vito¹⁸ encontraram um aumento na velocidade de condução nervosa e diminuição significativa da latência do músculo vasto lateral de oito voluntários após 15 minutos de aquecimento no cicloergômetro a 70% do limiar anaeróbio. Benesch *et al.*²³ submeteram 15 sujeitos saudáveis a um aquecimento de 15 minutos em um cicloergômetro e como efeito imediato, perceberam uma redução significativa no tempo de latência do músculo fibular curto.

Resultados semelhantes foram obtidos por Rosenbaum e Hennig²² que analisaram 15 homens e observaram uma diminuição no tempo de latência dos músculos gastrocnêmio e sóleo após 10 minutos de corrida na esteira. Para Rutkove²⁹ esse aumento na velocidade de condução nervosa ocorre devido ao aumento da velocidade de abertura e fechamento dos canais sódio do músculo decorrente da elevação de temperatura, culminando em um incremento da velocidade de propagação do potencial de ação ao longo da fibra nervosa.

Stewart, Macaluso e De Vito¹⁸ e Rosenbaum e Hennig²² também avaliaram a possível influência do aquecimento sobre o recrutamento de unidades motoras

por meio da amplitude EMG. Nas duas pesquisas o aquecimento promoveu uma redução significativa na amplitude de ativação neuromuscular. De acordo com Rutkove²⁹ um aumento na temperatura muscular promoveria o aumento da velocidade de abertura e fechamento dos canais de sódio e com isso ocorreria uma redução do tempo de difusão do Na⁺ para dentro da célula. Esse mecanismo provocaria uma diminuição na amplitude do potencial de ação, que se traduziria em uma diminuição da amplitude EMG.

Os artigos revisados mostram que o aumento de temperatura provocado pelo aquecimento é acompanhado por uma redução na ativação muscular que, por sua vez, é compensada por um aumento na velocidade de contração muscular e da resposta reflexa medular. Por conseguinte, um aumento na temperatura muscular pode contribuir para o aumento do desempenho por potencializar a função do sistema nervoso³⁰. Karvonen *et al.*³¹ demonstraram que um aumento na temperatura muscular melhora a função do SNC e aumenta a velocidade de transmissão dos impulsos nervosos.

Essa melhoria da função do SNC pode ser especialmente importante para aquelas tarefas que requerem movimentos corporais de alta complexidade ou requerem rápidas reações para uma variedade de estímulos, como em esportes coletivos³². Novas pesquisas são necessárias para se investigar o efeito do aquecimento na melhoria da função do SNC e na resposta neuromuscular, especialmente com protocolos mais próximos do que se usa na prática.

Considerações Finais

O aquecimento parece ter um efeito positivo sobre a resposta neuromuscular por promover um aumento na velocidade de condução nervosa, diminuindo o tempo entre o estímulo e a resposta neuromuscular, potencializando a atuação do sistema nervoso em tarefas de alto grau de complexidade que requerem uma rápida resposta. A relação entre o alongamento e a resposta neuromuscular ainda não está bem estabelecida. As respostas do alongamento agudo,

em curto prazo, podem promover um aumento no tempo de resposta muscular e diminuir a amplitude de ativação muscular, fatores estes que interferem na eficiência da resposta neuromuscular, entretanto, são importantes ressaltar que apenas o estudo de Rosenbaum e Hennig²² demonstraram alteração no tempo de latência muscular. Além disso, os protocolos utilizados são distintos daqueles utilizados na prática clínica e esportiva, respectivamente. É importante salientar também, que os estudos revisados tratam dos efeitos imediatos do alongamento e que em longo prazo o alongamento pode promover efeitos benéficos aos tecidos biológicos.

Baseado nos estudos averiguados nessa revisão, o aquecimento deve ser introduzido nas rotinas de prática esportiva para incremento da ativação neuromuscular e prevenção de lesões ósteo-musculares. Em várias modalidades esportivas, nas quais o rendimento do atleta está atrelado a sua capacidade de desenvolver uma grande potência muscular, o aquecimento associado a atividades de ativação proprioceptiva vêm sendo utilizados em detrimento do alongamento, com o propósito de potencializar a ativação neuromuscular em tarefas que exijam respostas rápidas.

Nas atividades em que se deseja grande mobilidade articular e amplitude de movimento articular sem comprometimento da força desenvolvida durante o gesto esportivo, sugere-se que o aquecimento específico seja realizado logo após o alongamento. Dessa forma, os possíveis efeitos depressores do alongamento sobre a resposta neuromuscular, como aumento no tempo de resposta e a diminuição da amplitude de ativação muscular, poderiam ser diminuídos ou até eliminados pela ação potencializadora do aquecimento sobre o sistema neuro-muscular.

Estudos que avaliem o desempenho neuromuscular após aquecimento e/ou alongamento por meio de alterações no comportamento das estruturas proprioceptivas periféricas podem auxiliar na elucidação de mais questionamentos existentes a respeito do assunto, resultando em aplicações mais específicas na prática clínica e esportiva.

Referências

1. Almeida TT, Jabur NM. Mitos e verdades sobre flexibilidade: reflexões sobre o treinamento de flexibilidade na saúde dos seres humanos. **Motricidade** 2006;3(1):337-344.
2. Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. **Sports Med** 2007;37(12):1089-1099.
3. Vieira WHB, Valente RZ, Greve JMA, Brasileiro JS. Efeitos de duas técnicas de alongamento muscular dos ísquios-tibiais na amplitude de extensão ativa do joelho e no pico de torque. **Rev Bras Fisioter** 2005;9:71-76.
4. Brasileiro JS, Faria A, Queiroz LL. Influência do Resfriamento e do Aquecimento na Flexibilidade dos Músculos ísquios-tibiais. **Rev Bras Fisioter** 2007;11:01-05.
5. Behm DG, Bambury A, Cahill F, Power K. Effect of Acute Static Stretching on Force, Balance, Reaction Time, and Movement Time. **Med Sci Sports Exerc** 2004;36(8):1397-1402.
6. Pincivero DM, Lephart SM, Sterner R. The effects of muscular fatigue on shoulder proprioception. **Clin J Sports Med** 1998;8(2):96-101.
7. Sherrington CS. **The Integrative Action of the Nervous System**. New Haven, Conn: Yale University Press; 1906.
8. Williams GN, Chmielewski T, Rudolph K, Buchanan TS, Snyder-Mackler L. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. **J Orthop Sports Phys** 2001;31(10):546-566.
9. Heidi LO, Braden CF, Peter RB, Mark R, Michael JH, Paul DF. Intra-articular anesthesia and knee muscle response. **Clin Biomech** 2007;22:529-536.
10. Hewett TE, Paterno MS, Myer GD. Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. **Clin Orthop** 2002;402:76-94.
11. Brindle TJ, Nyland J, Nitz AJ, Shapiro R. Scapulothoracic latent muscle reaction timing comparison between trained overhead throwers and untrained control subjects. **Scand J Med Sci Sports** 2007;17:252-259.
12. Temfermo A, Bishop D, Merzouk A, Gayda M, Ahmaidi S. Effects of prior exercise on force-velocity test performance and quadriceps EMG. **Sports Med** 2006;27:212-219.
13. Brindle TJ, Nyland J, Crabon DN, Stine R. Shoulder proprioception: Latent muscle reaction time. **Med Sci Sports Exerc** 1999;31(10):1394-1398.
14. Avela J, Kyrolainen H, Komi PV. Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. **J Appl Physiol** 1999;86:1283-1291.
15. Evetovich TK, Nauman NJ, Conley DS, Todd JB. Effect of static stretching of the biceps brachii on

- torque, electromyography, and mechanomyography during concentric isokinetic muscle actions. **J Strength Cond Res** 2003;17:484-488.
16. Cramer JT, Beck TW, Housh TJ, Massey LL, Marek SM, Danglemeier S, Purkayastha S, Culbertson JY, Fitz KA, Egan AD. Acute effects of static stretching on characteristics of the isokinetic angle - torque relationship, surface electromyography, and mechanomyography. **J Sports Sci** 2007a;25(6):687-698.
17. O'Brien B, Payne W, Gastin P, Burge C. A comparison of active and passive warm ups on energy system contribution and performance in moderate heat. **Aust J Sci Med Sport** 1997;29:106-109.
18. Stewart D, Macaluso A, De Vito G. The effect of an active warm-up on surface EMG and muscle performance in healthy humans. **Eur J Appl Physiol** 2003;89:509-513.
19. Cramer JT, Housh TJ, Johnson GO, Weir JP, Coburn JW, Beck TW. The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. **Eur J Appl Physiol** 2005;93:530-539.
20. Behm DG, Button DC, Butt JC. Factors affecting force loss with prolonged stretching. **Can J Appl Physiol** 2001;26:261-272.
21. Rubini EC, Costa AL, Gomes PS. The effects of stretching on strength performance. **Sports Med** 2007;37(3):213-224.
22. Rosenbaum D, Hennig EM. The influence of stretching and warm-up exercises on Achilles tendon reflex activity. **J Sports Sci** 1995;13(6):481-490.
23. Kleinrensink GJ, Stoeckart R, Meulstee J, Kaulesar Sukul DM. Lowered motor conduction velocity of peroneal nerve after inversion trauma. **Med Sci Sports Exerc** 1994;26:877-883.
24. Benesch S, Pütz W, Rosenbaum D, Becker HP. Reliability of peroneal reaction time measurements. **Clin Biomech** 2000;15:21-28.
25. Konradsen L, Voigt M, Hojsgaard C. Ankle inversion injuries. The role of the dynamic defense mechanism. **Am J Sports Med** 1997;25:54-58.
26. Fowles JR., Sale DG, MacDougall JD. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. **J Appl Physiol** 2000;89:1179-1188.
27. Cornwell A, Nelson A, Sidaway B. Acute effects of passive stretching on the neuromechanical behavior of the triceps surae muscle complex. **Eur J Appl Physiol** 2002;86:428-34.
28. Cramer JT, Housh TJ, Johnson GO, Weir JP, Beck TW, Coburn JW. An acute bout of static stretching does not affect maximal eccentric isokinetic peak torque, the joint angle at peak torque, mean power, electromyography, or mechanomyography. **J Orthop Sports Phys Ther** 2007b;37:130-139.
29. Rutkove SB. Effects of temperature on neuromuscular electrophysiology. **Muscle Nerve** 2001;24:867-882.
30. Bishop D. Warm-up I: Potential Mechanisms and the Effects of Passive Warm Up on Exercise Performance. **Sports Med** 2003;33(6):439-454.
31. Karvonen J, Lemon PWR, Iliev I. Importance of warm up and cool down on exercise performance. **Med Sports train coach** 1992;190-213.
32. Ross A, Leveritt M. Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training: implications for sprint training and tapering. **Sports Med** 2001;31:1063-1082.