

# Princípios Fisiológicos do Aquecimento e Alongamento Muscular na Atividade Esportiva



ARTIGO DE REVISÃO

## Physiological Principles of Warm-Up and Muscle Stretching on Sports Activities

Thiago Ayala Melo Di Alencar<sup>1</sup>  
Karinna Ferreira de Sousa Matias<sup>1</sup>

1. Fisioterapeuta do Studio Bike Fit®.  
Graduados pela Universidade Estadual de Goiás (UEG).

### Endereço para correspondência:

Rua T-37, 2825 – Ed. Place de L'étoile apto. 802-B – Setor Bueno – Goiânia/GO – CEP 74230-020  
E-mail: thiagoayala@hotmail.com

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi revisar a importância do aquecimento e alongamento muscular na prática esportiva, destacando seus principais efeitos fisiológicos e benefícios, haja vista que o presente assunto tem causado muita dúvida aos atletas profissionais ou amadores bem como em profissionais da área da saúde na realização e prescrição, respectivamente, da prática do aquecimento e alongamento muscular. Foram utilizados 52 textos, entre artigos da base de dados PubMed e livros publicados de 1978 a 2008. Do total, 18 (34,62%) estavam em português e 34 (65,38%) em inglês. Resultados mostraram que o aquecimento tem por principal objetivo prevenir lesões devido à sua gama de efeitos fisiológicos. A realização do alongamento no término do gesto esportivo tem por finalidade evitar o encurtamento muscular, ou se realizado diariamente e por um longo período, favorecer o aumento do número de sarcômeros e, conseqüentemente, proporcionar um ganho de flexibilidade.

**Palavras-chave:** aquecimento, alongamento muscular, sarcômero, lesões.

### ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the importance of warming-up and muscle stretching on sports practice, highlighting its main physiological effects and benefits, since the present issue has caused much doubt to professional or amateur athletes as well as to professionals of the health field on designing and prescribing warming-up and muscle stretching, respectively. For this purpose, 52 texts, including articles from PubMed database and books published from 1978 to 2008, were used. From de total, 18 (34.62%) were written in Portuguese and 34 (65.38%) in English. Results showed that warming-up has the main objective to prevent injuries due to its multitude of physiological effects. The performance of stretching in the end of the sportive gesture has the purpose to prevent muscular shortening, or if carried out daily and for a long period, to provide increase in the number of sarcomeres and consequently to provide flexibility gain.

**Keywords:** warming-up, muscle stretching, sarcomere, injury.

## INTRODUÇÃO

Entende-se por aquecimento todas as medidas que servem como preparação para a atividade, seja para o treinamento ou para competição, cuja intenção é a obtenção do estado ideal físico e psíquico bem como preparação cinética e coordenativa na prevenção de lesões<sup>(1)</sup>. Para Mcardle *et al.*<sup>(2)</sup>, o aquecimento é a primeira parte da atividade física.

O alongamento é uma manobra terapêutica utilizada para aumentar a mobilidade dos tecidos moles por promover aumento do comprimento das estruturas que tiveram encurtamento adaptativo<sup>(3)</sup>, podendo ser definido também como técnica utilizada para aumentar a extensibilidade musculotendínea e do tecido conjuntivo periarticular, contribuindo para aumentar a flexibilidade articular, isto é, aumentar a amplitude de movimento (ADM). Suas modalidades são: alongamento estático, alongamento balístico e alongamento por facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP)<sup>(4-6)</sup>.

Numerosas técnicas de alongamento têm sido desenvolvidas, registradas, e aplicadas por fisioterapeutas e educadores físicos. Na fisioterapia, alongamentos são usados para melhorar a ADM e função após trauma e períodos de imobilização<sup>(4)</sup>. O objetivo desta revisão é abordar

os princípios fisiológicos do aquecimento e alongamento, correlacionando-os às atividades esportivas, relatando seus efeitos e benefícios.

## MÉTODOS

Foi desenvolvido o seguinte método para o levantamento da literatura correspondente: tipos de estudos – ensaios clínicos prospectivos e randomizados, artigos e livros publicados em datas compreendidas de 1978 a 2008, que apresentaram informações relevantes e referentes à discussão em questão; estratégia de busca para identificação dos estudos: utilização de meios eletrônicos, incluindo as bases de dados PubMed.

A busca foi realizada nas línguas inglesa e portuguesa. Somente estudos passíveis de ser obtidos em sua íntegra foram analisados. Para isso, foram utilizadas as seguintes palavras-chave, por lógica booleana (palavras combinadas por "AND"): aquecimento (*warm-up*), alongamento muscular (*muscle stretching*), sarcômero (*sarcomere*), lesão (*injury*).

Todos os resumos obtidos por meio das diferentes estratégias de busca foram avaliados e classificados em: a) elegíveis: estudos que apresentam relevância e têm possibilidade de ser incluídos na revisão; b) não elegíveis: estudos sem relevância, sem possibilidade de inclusão na revisão sistemática.

## RESULTADOS

O primeiro levantamento das palavras-chave, por meio de pesquisa eletrônica e sem filtragem, indicou 1.780 artigos. Realizada a primeira filtragem, foram obtidos 183 artigos. Após a aplicação de todos os critérios de elegibilidade, selecionou-se 72 artigos para serem analisados. Foram descartados 16 artigos por não apresentarem conteúdo relevante à pesquisa e outros quatro por não terem sido obtidos em sua íntegra. Do total, dezoito (34,62%) foram escritos em português e trinta e quatro (65,38%) em inglês.

## DISCUSSÃO

### Efeitos e benefícios do aquecimento muscular

O aquecimento pode ser do tipo ativo ou passivo, geral ou específico. Aquecimento ativo consiste em movimentos de baixa intensidade e que são eficazes na elevação da temperatura corporal, promovendo aquecimento dos tecidos e produzindo uma variedade de melhorias nas funções fisiológicas. Já o aquecimento passivo inclui fontes de calor externas como duchas quentes, fricção, massagem ou até mesmo diatermia<sup>(1,6)</sup>.

O aquecimento geral ativo possibilita um funcionamento mais dinâmico do organismo como um todo, cuja realização mobiliza grandes grupos musculares, como ocorre em um trote leve. Já o aquecimento específico consiste em exercícios específicos para uma modalidade, visando grupos musculares mais selecionados, provocando redistribuição do sangue que se encontra em grande porcentagem retido no trato gastrointestinal, de modo a favorecer maior irrigação da musculatura a ser recrutada, suprimindo-a com mais oxigênio e possibilitando alcançar uma temperatura ideal<sup>(1,6)</sup>.

Para Weineck<sup>(1)</sup>, o objetivo central do aquecimento geral ativo é obter aumento da temperatura corporal e da musculatura, bem como preparar o sistema cardiovascular e pulmonar para a atividade e para o desempenho motor. Atividades de aquecimento são necessárias para preparar o corpo para a atividade física vigorosa porque aumentam o desempenho e diminuem o risco de lesão muscular. Intensidade moderada de aquecimento ativo e aquecimento passivo pode aumentar o desempenho muscular de 3 a 9%<sup>(6)</sup>.

O aquecimento geral deve ser ativo, não muito intenso, envolvendo principalmente os músculos que serão utilizados durante a execução do exercício. O aquecimento específico ativo dá continuidade ao aquecimento geral ativo, visto que o aumento da temperatura corporal não implica em aumento automático da temperatura dos músculos. Conforme ilustra a figura 1 a seguir, a temperatura muscular durante o aquecimento eleva-se mais lentamente<sup>(1)</sup>.

Para Tortora e Grabowsky<sup>(7)</sup> à medida em que a temperatura aumenta, dentro de limites, aumenta a quantidade de O<sub>2</sub> liberado da hemoglobina. O calor é subproduto das reações metabólicas de todas as células, e o calor liberado pela contração das fibras musculares durante o aquecimento tende a elevar a temperatura do corpo promovendo a liberação de O<sub>2</sub> da oxiemoglobina e o aumento do aporte sanguíneo em direção aos músculos envolvidos.

O aquecimento deve ser progressivo e gradual e proporcionar intensidade suficiente para aumentar as temperaturas musculares e centrais sem produzir fadiga nem reduzir as reservas de energia<sup>(2,8)</sup>. O aquecimento tem o potencial de melhorar o desempenho na prática esportiva porque permite a adaptação mais rápida do corpo ao estresse do exercício e, conseqüentemente, permite maior tempo do estado estável do exercício e/ou melhor capacidade de concentração nas habilidades adicionais que devem acompanhá-lo<sup>(9)</sup>.

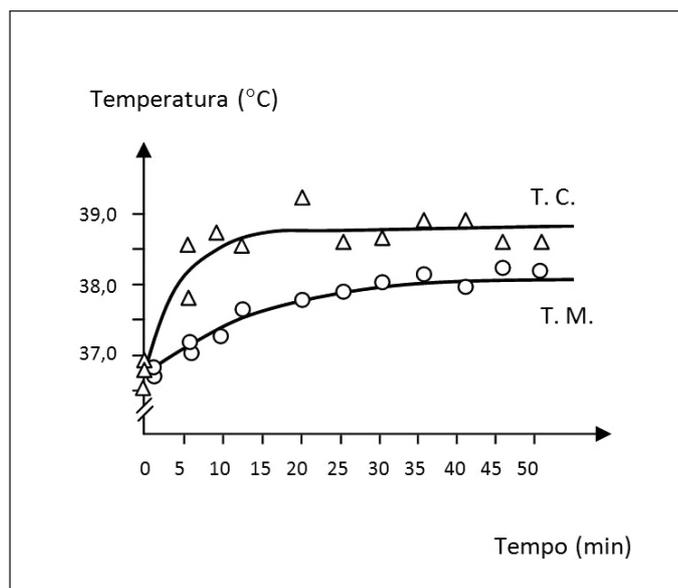


Figura 1. O aumento da temperatura corporal (TC) e da temperatura muscular (TM) durante 30 minutos de aquecimento.

Fonte: Weineck<sup>(1)</sup>, 2003, p. 620.

Dentre os benefícios do aquecimento estão relacionados aumento da temperatura muscular e do metabolismo energético, aumento da elasticidade do tecido (os músculos, os tendões e os ligamentos tornam-se mais elásticos, o que proporciona diminuição do risco de lesão), aumento da produção do líquido sinovial (aumentando a lubrificação das articulações), aumento do débito cardíaco e do fluxo sanguíneo periférico, melhora da função do sistema nervoso central e do recrutamento das unidades motoras neuromusculares. Estas modificações provocam melhora na fluidez e na eficácia do gesto esportivo prevenindo os problemas articulares<sup>(1,9-16)</sup>. Além disso, reduz a atividade da fibra gama e, conseqüentemente, a sensibilidade do fuso muscular e aumenta a sensibilidade dos OTGs contribuindo para o relaxamento muscular<sup>(13)</sup>.

Segundo Weineck<sup>(1)</sup>, a velocidade de condução do impulso nervoso também aumenta, resultando em maior velocidade de reação e coordenação dos movimentos. Um aumento de temperatura de 2°C corresponde a aumento de 20% da velocidade de contração. Além disso, todas as reações bioquímicas ficam mais rápidas com aumento da temperatura de até 20%, explicado pelo fato de que a velocidade de uma reação endotérmica é favorecida pelo aumento da temperatura. O mesmo autor refere que a velocidade do metabolismo aumenta em função da temperatura, de modo que para cada grau de temperatura aumentado observa-se aumento de 13% sobre a atividade metabólica.

A temperatura compreendida entre 38,8 e 41,6°C é tida como apropriada para atingir a plasticidade das fibras musculares. A uma temperatura de 20 a 30°C, o tecido requer cerca de três vezes mais força de tração para efetuar um alongamento específico se estes resultados forem comparados aos observados a 43°C. A plasticidade do tecido conectivo sob alongamento moderado aumenta à medida em que a temperatura tecidual é elevada até a temperatura máxima tolerada, que é de aproximadamente 43°C<sup>(13)</sup>.

Wilmore e Costill<sup>(17)</sup> citam que cada sessão de *endurance* deve terminar com um período de "volta à cama", ou resfriamento, que é melhor conseguido realizando a diminuição gradativa da atividade de *endurance* durante os minutos finais da prática esportiva. Esta medida justifica-se por ajudar a impedir o acúmulo de sangue nas extremidades, visto que a interrupção abrupta da atividade após um período de

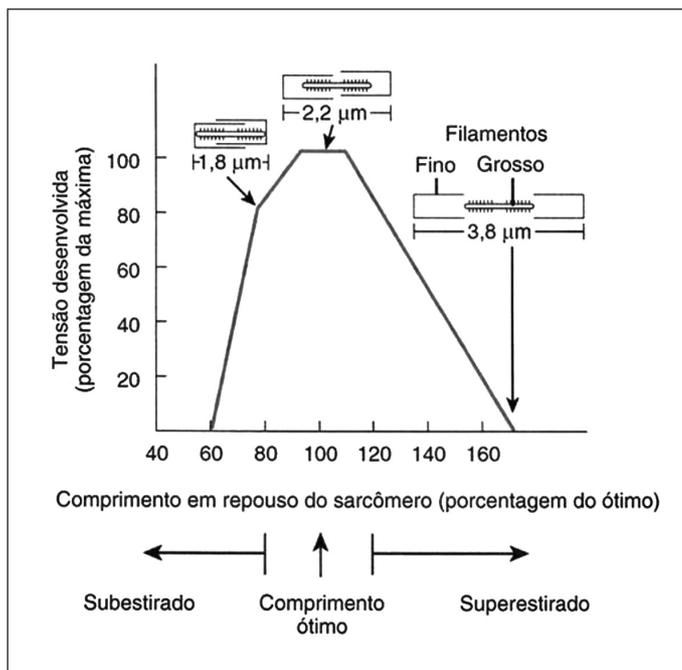
exercício de *endurance* acarreta acúmulo de sangue nas pernas. Há ainda de se considerar que as concentrações de catecolaminas podem estar elevadas durante o período de recuperação imediata, podendo levar a arritmia cardíaca fatal.

### Bases fisiológicas do alongamento

Alongamento é o termo usado para descrever os exercícios físicos que aumentam o comprimento das estruturas constituídas de tecidos moles e, conseqüentemente, a flexibilidade<sup>(18)</sup>. Entende-se por flexibilidade a capacidade física responsável pela execução voluntária de um movimento de amplitude angular máxima, superiores às originais, porém dentro dos limites morfológicos<sup>(19,20)</sup>. Para Dantas<sup>(20)</sup>, o trabalho de flexionamento exige grandes amplitudes de movimentos, superiores aos de alongamento, o que gera um razoável risco de distensão muscular.

Definir que, até determinado alcance de movimento (ADM), este é dado como alongamento muscular e que, ultrapassando este limite, torna-se flexibilidade é um argumento defendido de forma incoerente, pois segundo Astrand e Rodahl<sup>(21)</sup> os fatores limitantes da flexibilidade residem no comprimento dos músculos, e o exercício que produz alongamento muscular resulta em aumento da flexibilidade.

A figura 2 mostra graficamente a relação comprimento-tensão para o músculo, e apresenta como a força de contração muscular depende do comprimento dos sarcômeros, componente ativo do tecido muscular. Quando os sarcômeros da fibra muscular são distanciados até o comprimento maior, a zona de sobreposição diminui, conseqüentemente, a tensão, que pode ser gerada pela fibra, diminui. Quando a fibra muscular esquelética é estirada a 170% de seu comprimento ótimo, não existe mais sobreposição entre os filamentos finos (miosina) e grossos (actina), surge então o denominado estiramento (distensão) muscular<sup>(7)</sup>.



**Figura 2.** Esquema do comprimento e tensão do sarcômero. **Fonte:** Tortora e Grabowsky<sup>(7)</sup>, 2002, p. 255.

A força desenvolvida por um músculo é maior no seu comprimento de repouso, já que esta posição permite a ativação de todas as possíveis pontes cruzadas entre actina e miosina<sup>(22)</sup>. À medida que o músculo se encurta ocorre diminuição das ligações entre as proteínas contráteis porque ocorre sobreposição dos filamentos, com diminuição da tensão

que pode ser desenvolvida. De forma semelhante, se o músculo for alongado além do seu comprimento de repouso, o número de pontes cruzadas também diminui, visto que a sobreposição dos filamentos se reduz drasticamente<sup>(7,23,24)</sup>.

Quando o comprimento do sarcômero em toda a extensão da fibra muscular torna-se muito pequeno em relação ao comprimento ótimo, a capacidade de gerar tensão máxima diminui consideravelmente, gerando a condição denominada de encurtamento muscular. Em resumo, a força gerada pela contração muscular depende da quantidade de pontes cruzadas entre os filamentos de actina e miosina no interior dos sarcômeros<sup>(23)</sup>.

Os efeitos do alongamento podem ser divididos em agudos e crônicos. Os agudos ou imediatos são resultado da flexibilização do componente elástico da unidade musculotendínea. Já os efeitos crônicos resultam em remodelamento adaptativo da estrutura muscular, explicado pelo acréscimo do número de sarcômeros em série, o que implica em aumento do comprimento muscular<sup>(5,25)</sup>. Estes efeitos podem permanecer por determinado período após a interrupção dos exercícios<sup>(5)</sup>. Para que ocorram aumentos de comprimento mais permanentes (plásticos), a força de alongamento precisa ser mantida por um tempo mais longo<sup>(3)</sup>. Os exercícios de alongamento estimulam a renovação de colágeno para suportar maior estresse<sup>(13)</sup>.

Para Shrier e Gossal<sup>(26)</sup>, são benefícios do alongamento a diminuição direta da tensão muscular através das mudanças viscoelásticas passivas ou diminuição indireta devido à inibição reflexa e à conseqüente mudança na viscoelasticidade oriundas da redução de pontes cruzadas entre actina e miosina. A tensão muscular diminuída permite, então, aumento da amplitude articular.

O arco reflexo na musculatura esquelética constitui-se em importante mecanismo de ajuste do nível de contração muscular a ser realizado, uma vez que mantém o centro integrador constantemente informado sobre o estado de estiramento e tensão, no qual os receptores periféricos envolvidos são, respectivamente, os fusos musculares e os órgãos tendinosos de Golgi (OTGs)<sup>(2)</sup>.

Os fusos musculares apresentam fibras chamadas intrafusais, dispostas em paralelo no ventre muscular com as fibras musculares (extrafusais), possibilitando que um alongamento muscular vigoroso seja percebido pelas terminações sensoriais situadas na região mais central do fuso, as quais sinalizarão para o centro integrador na medula, através do aumento de impulsos nervosos por via aferente. Como resposta a este estímulo, os motoneurônios alfa iniciam contração da musculatura agonista ao movimento e inibição da musculatura antagonista. A esse mecanismo de ação por *feedback* dá-se o nome de reflexo de estiramento<sup>(7,16,24,27,28)</sup>.

O OTG apresenta suas fibras dispostas em série com as fibras musculares junto aos tendões. Suas terminações sensoriais se entrelaçam com as fibras dos tendões de modo que sempre que houver aumento de tensão no músculo essas fibras serão sensibilizadas, sinalizando para o centro integrador pela via aferente. A resposta produzida, entretanto, irá se contrapor à obtida com a sensibilização do fuso, inibindo a contração da musculatura agonista e estimulando a contração dos antagonistas ao movimento quando a tensão no músculo alcançar níveis críticos. A esse mecanismo dá-se o nome de reflexo tendinoso<sup>(7,16,24,27,28)</sup>.

A distensão muscular está entre as lesões mais comuns observadas em consultórios de ortopedistas e fisiatras. Esta lesão não resulta de contração muscular isolada, ao invés disso, resultam de alongamento excessivo ou alongamento simultâneo à ativação muscular. Geralmente ocorre durante potentes contrações musculares excêntricas utilizadas para controlar ou desacelerar os movimentos de alta velocidade<sup>(6,22,29-33)</sup>.

A cicatrização das lesões parciais é caracterizada por uma resposta inflamatória inicial seguida de uma fase marcada por fibrose cicatricial. Após a lesão ter ocorrido, o músculo encontra-se mais fraco e com risco de recidivas. A lesão de um músculo distendido está localizada muito próxima da junção musculotendínea, provavelmente porque os sarcômeros terminais são mais rígidos do que os sarcômeros do ventre muscular<sup>(6,22,29,30,32)</sup>. Para Shrier<sup>(34)</sup>, uma das possíveis razões da distensão deve-se à heterogeneidade do comprimento dos sarcômeros durante a atividade muscular – enquanto uns sarcômeros encontram-se em posição de maior comprimento, outros encontram-se encurtados.

Os músculos mais envolvidos em lesão por distensão são os isquiotibiais, o reto femoral, gastrocnêmio, adutor longo e bíceps braquial. Biomecanicamente, a combinação de dois movimentos articulares pode aumentar o estresse sobre a relação comprimento-tensão do músculo, deixando-o mais suscetível à lesão. Recursos como aquecimento e alongamento apresentam efeitos benéficos na prevenção desta lesão<sup>(22,29,30,32)</sup>.

### Repercussão do não alongamento após a prática esportiva

Em atividades físicas nas quais as fibras musculares tenham sido recrutadas durante vários minutos ou até mesmo por horas, como ocorre em atletas de grande porte (ex. ciclistas, maratonistas), milhares de contrações dos sarcômeros são realizadas e, por este motivo, é natural que as unidades motoras encontrem-se com sua zona de sobreposição aumentada, realidade que predispõe o desenvolvimento de encurtamento muscular caso um alongamento direcionado às cadeias musculares recrutadas não seja realizado após o término dos exercícios<sup>(3)</sup>.

A prática de alongamento no final do esforço físico tem por finalidade evitar o encurtamento muscular, devido às fortes e sucessivas contrações musculares ocasionadas pelo treinamento<sup>(18)</sup>. O encurtamento do sistema muscular gera como consequências o aumento do gasto energético, desestabilização da postura, utilização de fibras musculares compensatórias, compressão das fibras nervosas, aumento das incidências de câibras e dor, além de prejuízo da técnica nas habilidades esportivas. Exercícios de alongamento são fundamentais para a prevenção e o tratamento de encurtamento muscular<sup>(13)</sup>.

Músculos mantidos habitualmente na posição encurtada tendem a perder elasticidade, mostrando-se fortes somente aos testes na posição encurtada, porém fracos quando estão alongados. Esta condição é conhecida como fraqueza por encurtamento. Em contrapartida, músculos mantidos habitualmente na posição alongada tendem a se mostrar mais fracos aos testes devido a uma mudança na curva comprimento-tensão, circunstância denominada fraqueza por alongamento<sup>(3)</sup>.

O sistema muscular acometido por encurtamento aumenta a estimulação dos agonistas via fuso muscular ao acionar o músculo para contrair-se, tornando-o mais rígido e os seus antagonistas mais frouxos. Conseqüentemente, instala-se um sistema muscular hipotônico antagonista e um hipertônico agonista, surgindo a assimetria<sup>(13)</sup>.

Ciclistas de categoria competitiva podem chegar a realizar cerca de 5.000 pedaladas por hora de treino<sup>(35)</sup>. Devido a esta realidade, músculos como reto femoral, isquios-tibiais e gastrocnêmio tendem a ser os maiores alvos de encurtamentos pelas suas características biarticulares; e para alongar estes músculos eficientemente, duas articulações devem ser trabalhadas em conjunto, detalhe que nem todos ciclistas têm conhecimento. Conseqüentemente, há uma tendência dos ciclistas apresentarem encurtamentos dos músculos supracitados.

### Repercussão do alongamento anterior à prática esportiva

Alongamentos antes da atividade física tem sido prática tradicional realizada pelos atletas durante muitos anos como parte do aquecimento. Para o treinamento de força, comumente recomenda-se aos atletas a realização prévia de alongamentos estáticos sem saber a real repercussão sobre o desempenho esportivo. Esta recomendação tem sido baseada na ideia de que o alongamento melhora o desempenho, evita lesões e aumenta a flexibilidade<sup>(36-38)</sup>. Muitos preparadores de atletas e profissionais que trabalham com reabilitação ainda recomendam que os seus atletas ou pacientes alonguem antes de efetuar o reforço de fortalecimento ou testes de avaliação de força<sup>(12,34,39-41)</sup>. Pesquisas recentes têm mostrado que não há provas científicas para apoiar esta prática<sup>(36-38,40,42)</sup>.

Vários estudos demonstram que carga aguda de alongamento muscular passivo pode diminuir o desempenho em certos movimentos para os quais o sucesso depende da máxima força e/ou potência produzida<sup>(34,38,40,42,44-47)</sup>. Os alongamentos estáticos e PNF são os que mais comprometem a produção de força. Muitos autores têm especulado que esta diminuição induzida pelo alongamento é causada pela redução de rigidez musculotendínea, o que reduz a capacidade do músculo quanto à eficácia na geração de força<sup>(44,48)</sup>. Tem sido demonstrado que rigidez musculotendínea permite maior produção de força pela contração dos seus componentes quando comparada com um componente musculotendíneo complacente<sup>(49)</sup>.

Para Shrier<sup>(34)</sup>, a prática de alongamento estático e PNF diminui a habilidade de contração muscular isométrica voluntária máxima, torque isocinético, *static jump height*, *countermovement jump height* e *drop jump height*. As diminuições são amenas e variam de 2 a 5%. Esta diferença é clinicamente relevante para o atleta de elite, porém irrelevantes para os atletas recreacionais que querem levar uma vida ativa. Segundo Knudson<sup>(6)</sup>, a diminuição do desempenho muscular após alongamento tem sido documentada pelo consenso crescente de muitos estudos. A redução do desempenho de 4% a 30% foi observada em testes de força máxima e saltos. Queda no desempenho muscular induzida pelo alongamento parece estar igualmente associado à inibição neuromuscular e diminuição da força contrátil e pode ter duração de até uma hora.

Segundo Shrier e Gossal<sup>(26)</sup>, novas evidências sugerem que a realização de alongamento imediatamente antes da prática de exercício não previne lesões agudas ou por *overuse*. Ressalta ainda que o alongamento realizado durante o dia e sua continuidade por um período pode promover o crescimento muscular, o que, na verdade, poderia reduzir o risco de lesão. Fowles *et al.*<sup>(50)</sup> relatam que o alongamento intenso e prolongado dos flexores plantares reduz a força voluntária máxima por até mais de uma hora após o alongamento. Fowles e Sale<sup>(51)</sup> verificaram que o torque isométrico máximo de flexão plantar sobre a articulação do tornozelo foi reduzido em 28% imediatamente após os flexores plantares terem sido passivamente alongados.

Marek *et al.*<sup>(40)</sup>, em estudo para verificar os efeitos em curto prazo do alongamento estático e da facilitação neuromuscular proprioceptiva na força muscular e na atividade elétrica do músculo, observaram que houve diminuição de 2,8% no pico de torque e de 3,2% da atividade elétrica em consequência do alongamento estático e facilitação neuromuscular proprioceptiva. Assim, ambos provocaram a diminuição da força e da potência muscular.

Arruda *et al.*<sup>(52)</sup> concluíram que exercícios de alongamento estáticos, executados antes do teste de 10RM na máquina de supino reto, provocam queda no número de repetições máximas. Devido a essa diminuição, sugere-se que este tipo de alongamento seja dispensado quando, posteriormente, a atividade envolvida requerer produção de

força. Para tanto, quando se realizam exercícios de alongamento para ganho de flexibilidade antes do treino, é observada a perda de força ou aumento da possibilidade de lesões durante o levantamento máximo de peso.

Ramos *et al.*<sup>(23)</sup>, em seu artigo a respeito da influência do alongamento sobre a força muscular, observaram que a grande maioria dos estudos demonstrou que o alongamento muscular provoca diminuição de força em relação ao desempenho muscular. Percebeu ainda que, entre os autores estudados, ainda há controvérsias em relação às causas que levariam à diminuição de força e salientaram que a força muscular depende da integridade do sistema nervoso central e periférico.

## CONCLUSÃO

Este trabalho procurou esclarecer e reforçar pontos que atualmente estão em evidência em pesquisas e revisões de literatura. Por meio dele, foi possível estabelecer a importância do aquecimento antes

da prática esportiva e a realização do alongamento para encerrar a mesma. As evidências levantadas sobre a realização do alongamento antes dos exercícios poderão servir de base para profissionais que atuam com prescrição de exercícios, revejam suas práticas quanto à indicação de alongamentos antes das sessões de treinamento ou protocolos para reabilitação. Como a prática de alongamento antes da prática esportiva demonstrou diminuição no pico de potência e de torque, percebe-se que é necessária a realização de mais pesquisas com maior número de participantes, de modo que os efeitos da ação do alongamento sejam esclarecidos para a comunidade desportiva, resultando na aquisição de novos conhecimentos e aprimoramento do treinamento desses atletas. Espera-se, com isso, estimular a realização de novos estudos que possam ser definitivos acerca do tema abordado.

---

Todos os autores declaram não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

---

## REFERÊNCIAS

- Weineck J. Treinamento Ideal. 9ª Ed. São Paulo: Manole, 2003.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do Exercício, Energia, Nutrição e Desempenho Humano. 5ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- Kisner C, Colby LA. Exercícios Terapêuticos Fundamentos e Técnicas. 4ª Ed. São Paulo: Manole, 2005.
- Halbertsma JPK, Mulder I, Goeken LNH, Hof L, Eisma WH. Repeated Passive Stretching: Acute Effect on the Passive Muscle Moment and Extensibility of Short Hamstrings. Arch Phys Med Rehabil 1999;80:407-14.
- Hall CM, Brod LT. Exercícios terapêuticos na busca da função. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- Knudson DV. Warm-up and Flexibility. In: Chandler TJ, Brown LE. Conditioning for Strength and Human Performance. Philadelphia, PA: Lippincott-Williams & Wilkins, 2008.
- Tortora GJ, Grabowski SR. Princípios de Anatomia e Fisiologia. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- Hajoglou A, Foster C, De Koning JJ, Lucia A, Kernozek TW, Porcari JP. Effect of Warm-Up on Cycle Time Trial Performance. Med Sci Sports Exerc 2005;37:1608-14.
- Robergs RA, Roberts SO. Princípios fundamentais de fisiologia do exercício para aptidão, desempenho e saúde. 1ª Ed. São Paulo: Phorte Editora, 2002.
- Strickler T, Malone T, Garrett WE. The effects of passive warming on muscle injury. Am J Sports Med 1990;18:141-5.
- Smith CA. The Warm-Up Procedure: to Stretch or not to Stretch. A Brief Review. J Orthop Sports Phys Ther 1994;19:12-7.
- Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsley CD, Jr. The Impact of Stretching on Sports Injury Risk: A Systematic Review of the Literature. Med Sci Sports Exerc 2004;36:371-8.
- Achour Jr A. Exercícios de Alongamento: Anatomia e Fisiologia. 2ª Ed. São Paulo: Manole, 2006.
- Ribeiro FM, Oliveira F, Jacinto L, Santoro T, Lemos A, Simão R. Influência aguda do alongamento passivo e do Aquecimento Específico na Capacidade de Desenvolver Carga Máxima no teste de 10RM. Fit Perf J 2007;6:5-9.
- Law RYW, Herbert RD. Warm-up reduces delayed-onset muscle soreness but cool-down does not: a randomised controlled trial. Australian Journal of Physiotherapy 2007;53:91-5.
- Hamill J, Knutzen KM. Bases Biomecânicas do Movimento Humano. 2ª Ed. São Paulo: Manole, 2008.
- Wilmore JH, Costill DL. Fisiologia do Esporte e do Exercício. 2ª Ed. São Paulo: Manole, 2001.
- Almeida TT, Jabur NM. Mitos e Verdades sobre Flexibilidade: Reflexões sobre o Treinamento de Flexibilidade na Saúde dos Seres Humanos. Motricidade 2006;3:337-44.
- Alter MJ. Ciência da flexibilidade. 2ª Ed. São Paulo: Artmed, 1999.
- Dantas, EHM. Alongamento e Flexionamento. 5ª Ed. Rio de Janeiro: Shape, 2005.
- Astrand P-O, Rodahl K. Tratado de fisiologia do exercício. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987.
- Respler DT. Distúrbios dos Músculos, Tendões e Ligamentos. In: Greene WB. Ortopedia de Netter. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006, p. 82-97.
- Ramos GV, Santos RR, Gonçalves A. Influência do Alongamento sobre a força muscular: uma breve revisão sobre as possíveis causas. Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum 2007;9:203-6.
- Oatis CA. Biomechanics of Skeletal Muscle. In: Oatis CA. Kinesiology: The Mechanics and Pathomechanics of Human Movement. 2nd Ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.
- Herbert R. The passive mechanical properties of muscle and their adaptations to altered patterns of use. Aust J Physiother 1988;34:141-9.
- Shrier I, Gossal K. Myths and Truths of Stretching. The Physician Sportsmedicine 2000;28:35-46.
- Gartner LP, Hiatt JL. Tratado de Histologia. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- Smith LK, Weiss EL, Lehmkuhl LD. Cinesiologia Clínica de Bruunstron. 5ª Ed. São Paulo: Manole, 2003.
- Garrett WE, Jr. Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. Med Sci Sports Exerc 1990;22:436-43.
- Garrett WE, Jr. Muscle strain injuries. Am J Sports Med 1996;24:52-8.
- Best TM, Garret WE, Jr. Hamstring strains: expediting return to play. Phys Sportsmed 1996;24:37-44.
- Orchard JW. Biomechanics of Muscle Strain Injury. NZ Journal of Sports Medicine 2002;30:92-8.
- Whiting CW, Zernicke FR. Biomechanics of Musculoskeletal Injury. 2ª Ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008.
- Shrier I. When and Whom to Stretch? Phys Sportsmed 2005;33:22-6.
- Asplund C, St Pierre P. Knee Pain and Bicycling - Fitting Concepts for Clinicians. The Physician and Sportsmedicine 2004;32:23-30.
- Pope RH, Herbert RD, Kirwan JD, Graham BJ. A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. Med Sci Sports Exerc 2000;32:271-7.
- Shrier I. Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. Clin J Sport Med 2004;14:267-73.
- Samuel MN, Holcomb WR, Guadagnoli MA, Rubley MD, Wallmann H. Acute effects of static and ballistic stretching on measures of strength and power. J Strength Cond Res 2008;22:1422-8.
- Shrier I. Stretching before exercise does not reduce the risk of local muscle injury: a critical review of the clinical and basic science literature. Clin J Sport Med 1999;9:221-7.
- Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, et al. Acute Effects of Static and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Strength and Power Output. Journal of Athletic Training 2005;40:94-103.
- Andersen JC. Stretching Before and After Exercise: Effect on Muscle Soreness and Injury Risk. Journal of Athletic Training 2005;40:218-20.
- Jaggers JR, Swank AM, Frost KL, Lee CD. The acute effects of dynamic and ballistic stretching on vertical jump height, force, and power. J Strength Cond Res 2008;22:1844-9.
- Behm DG, Button DC, Butt JC. Factors affecting force loss with prolonged stretching. Can J Appl Physiol 2001;26:262-72.
- Nelson AG, Kokkonen J. Acute ballistic muscle stretching inhibits maximal strength performance. Res Q Exerc Sport 2001;72:415-9.
- Nelson AG, Guillory IK, Cornwell A, Kokkonen J. Inhibition of maximal voluntary isokinetic torque production following stretching is velocity-specific. J Strength Cond Res 2001;15:241-6.
- Davis, DS, Ashby, PE, McCale, KL, McQuain, JA, and Wine, JM. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. J Strength Cond Res 2005;19:27-32.
- Magnusson P, Renström P. The European College of Sports Sciences Position statement: The role of stretching exercises in sports. European Journal of Sport Science 2006;6:87-91.
- Kokkonen J, Nelson AG, Cornwell A. Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. Res Q Exerc Sport 1998;69:411-5.
- Wilson GJ, Murphy AJ, Pryor JF. Musculotendinous Stiffness: its Relationship to Eccentric, Isometric, and Concentric Performance. J Appl Physiol 1994;76:2714-9.
- Fowles JR, Sale DG, Macdougall JD. Reduced strength after passive stretch of the human plantar flexors. J Appl Physiol 2000;89:1179-88.
- Fowles JR, Sale DG. Time course of strength deficit after maximal passive stretch in humans. Med Sci Sports Exerc 1997;29:526.
- Arruda FLB, Faria LB, Silva V, Senna GW, Simão R, Novaes J, et al. A Influência do Alongamento no Rendimento do Treinamento de Força. Revista Treinamento Desportivo 2006;7:1-5.