

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Carlos Eduardo Arigony Riese

**O EFEITO AGUDO DO ALONGAMENTO NA FUNÇÃO MUSCULAR.  
UMA REVISÃO.**

**Porto Alegre  
2010**

Carlos Eduardo Arigony Riese

**O EFEITO AGUDO DO ALONGAMENTO NA FUNÇÃO MUSCULAR.  
UMA REVISÃO.**

Monografia apresentada à Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do grau em Bacharelado em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

**Porto Alegre  
2010**

## RESUMO

**Introdução:** É preconizado por técnicos e praticantes de atividades e/ou exercícios físicos que a prática do alongamento promove efeitos benéficos à atividade que vem a seguir, principalmente, no que se refere à prevenção de lesões e aumento no desempenho. Esta crença tem sido colocada à prova por alguns estudos que vêm contradizendo estas teorias. A presente investigação tem por objetivo revisar na literatura o efeito agudo do alongamento na função muscular, quando executado previamente à sessão de treino. **Metodologia:** Para obtenção dos dados foram utilizadas duas vias básicas: por meio de livros e artigos – buscados com a ferramenta Scopus utilizando os termos *stretching*, *flexibility*, *strength training*, etc. **Considerações finais:** Após esta revisão é possível identificar o efeito deletério sobre a função muscular relacionado com a prática de alguns tipos de alongamento quando executados previamente à sessão de treino. Os autores têm se referido a este fenômeno como “Déficit transitório na força induzido pelo alongamento” e têm recomendado aos técnicos e praticantes que levem em consideração este fenômeno ao incentivar o alongamento antes de eventos esportivos. Entre outras conclusões os autores afirmam que, quanto maior o tempo de execução e o número de séries de alongamento, maior é a perda de força em uma relação diretamente proporcional. O alongamento é uma prática importante que traz inúmeros benefícios a seus praticantes. No entanto, deve-se levar em consideração a distinção entre os métodos de treinamento de flexibilidade e força para não haver interferência de um sobre o outro.

**Palavras-chave:** Alongamento, flexibilidade, força

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1</b>	<b>Pico de torque isométrico no Dinamômetro Isocinético .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2</b>	<b>Pico de torque dinâmico no Dinamômetro Isocinético.....</b>	<b>10</b>
<b>3.3</b>	<b>Força voluntária máxima .....</b>	<b>12</b>
<b>3.4</b>	<b>Registro eletromiográfico (iEMG) .....</b>	<b>13</b>
<b>3.5</b>	<b>Desempenho em saltos .....</b>	<b>13</b>
<b>3.6</b>	<b>Desempenho na corrida .....</b>	<b>15</b>
<b>3.7</b>	<b>Amplitude de movimento articular .....</b>	<b>15</b>
<b>3.8</b>	<b>Principais mecanismos envolvidos.....</b>	<b>16</b>
<b>3.8.1</b>	<b>Fatores neurais .....</b>	<b>17</b>
<b>3.8.2</b>	<b>Fatores mecânicos.....</b>	<b>18</b>
<b>3.8.3</b>	<b>Outros mecanismos .....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>20</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>23</b>

## 1 INTRODUÇÃO

É preconizado por técnicos e praticantes de atividades e/ou exercícios físicos que a prática do alongamento promove efeitos benéficos à atividade que vem a seguir, principalmente, no que se refere à prevenção de lesões e aumento no desempenho. Esta crença tem sido colocada à prova devido a alguns estudos que vêm contradizendo estas teorias.

Em um estudo de Behm e col. (2001), que investigaram o efeito agudo do alongamento estático sobre a função muscular de extensores do joelho, foi encontrado decréscimo significativo na contração isométrica voluntária máxima (CIVM), incremento na inativação muscular e decréscimo na força contrátil.

Young e Elliot (2001), que analisaram os efeitos agudos do alongamento estático, facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) e contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) na produção de força explosiva e desempenho de saltos sobre a musculatura extensora e flexora do joelho, encontraram decréscimo significativo no desempenho do *Drop Jump*, mas sem decréscimo significativo no desempenho da força concêntrica explosiva.

Ainda neste sentido, Cramer e col. (2004), ao estudarem o efeito agudo do alongamento estático sobre o pico de torque da musculatura extensora do joelho em mulheres, encontraram decréscimo no pico de torque das velocidades angulares analisadas.

Baseado nisto, os autores que publicam nesta área de estudo têm se referido a este fenômeno como “Déficit transitório na força induzido pelo alongamento” (Cramer e col., 2005). Eles têm recomendado aos técnicos e praticantes de exercícios físicos que levem em consideração este fenômeno ao incentivar o alongamento estático antes de eventos esportivos e/ou recreacionais (Cramer e col., 2004).

Segundo o ACSM (1998), um programa para ganho geral de flexibilidade pode ser desenvolvido usando-se as três principais técnicas de alongamento: Estático, Dinâmico ou balístico e a Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP). O alongamento estático pode ser executado permanecendo com o grupo muscular em questão em uma posição de alongamento em que haja um ponto de leve

desconforto durante 10 a 30 segundos em, pelo menos, quatro repetições. A FNP pode ser executada, no mesmo ponto de leve desconforto, por uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM) com duração de seis segundos, seguida de 10 a 30 segundos de alongamento passivo assistido e, da mesma maneira que o alongamento estático, em pelo menos quatro repetições.

Existe certa “confusão metodológica” dos autores em relação aos protocolos de alongamento adotados em seus trabalhos. Muitos utilizam volumes e número de séries demasiadamente longos, o que foge da realidade das rotinas de treinamento adotadas no dia a dia dos indivíduos.

Nesta perspectiva, em uma revisão de literatura realizada por Rubini e col. (2007) afirma-se, entre outros pontos abordados, que quanto maior o tempo de alongamento executado maior é o efeito deletério sobre a função muscular do grupo muscular alongado.

Ogura e col. (2007), que investigaram o efeito de diferentes tempos de alongamento estático sobre a produção de força dos isquiotibiais, encontraram incrementos na amplitude de movimento articular (ADM) nos protocolos de 30 e 60 segundos e sem diferença significativa entre eles. No entanto, o efeito deletério na produção de força deste grupo muscular só foi significativo no grupo que executou o alongamento no protocolo de 60 segundos. Como conclusão, os autores consideraram como forma de aquecimento antes do exercício, o protocolo de alongamento de 30 segundos mais adequado que o protocolo de 60 segundos.

Em uma linha similar de investigação, Zakas e col. (2006) analisaram o efeito agudo do alongamento estático no pico de torque isocinético em jogadores adolescentes de futebol. Neste estudo foi encontrado um incremento significativo na amplitude de movimento articular de flexão do joelho e sem efeitos deletérios no pico de torque isocinético do quadríceps femoral no grupo que alongou um total de 45 segundos este grupo muscular. No entanto, o grupo que alongou 300 segundos também obteve um incremento na amplitude de movimento articular, sem diferença significativa com o grupo que alongou por 45 segundos, mas com efeitos negativos no pico de torque isocinético do quadríceps femoral.

Winchester e col. (2009) encontram em seu estudo que um único alongamento estático de 30 segundos já é suficiente para inibir a força voluntária

máxima dos flexores do joelho. Também verificaram que a perda de força é progressiva com o aumento do volume de alongamento estático.

As evidências anteriormente explicitadas parecem demonstrar que a prática do alongamento estático, antes de exercícios de força, pode estar associada, de forma aguda, com o “déficit transitório na força induzido pelo alongamento”, sendo necessário ser executado em volumes baixos para produzir efeitos benéficos na amplitude de movimento articular e com mínima interferência negativa sobre a função muscular do grupo muscular alongado.

Baseando-se nas considerações supracitadas, a presente investigação tem por objetivo revisar na literatura o efeito agudo do alongamento na função muscular, quando executado previamente a sessão de treino.

## 2 METODOLOGIA

Foram utilizadas duas formas básicas na busca por informações para a estruturação da presente revisão. O primeiro modo foi por meio de livros referentes a assuntos pertinentes. A segunda forma foi por meio das ferramentas de busca Pubmed e Scopus. As palavras chave utilizadas, individualmente ou combinadas, para busca foram: *stretching*, *flexibility*, *elasticity*, *range of motion* e *range of movement*. Estas palavras ainda foram combinadas com: *resistance training*, *resistance exercise*, *strength training* e *acute effects*.

Um total de 44 artigos foram armazenados e, após análise, identificou-se 38 artigos científicos e 6 de revisão. Os artigos sofreram filtro por assunto e data. Foram utilizadas somente as publicações dos últimos 10 anos (com exceção da posição do ACSM, 1998) e que abordavam o tema “flexibilidade x força”. Foram excluídos 25 artigos, sendo 4 deles de revisão, que não se encaixaram nos critérios de inclusão.

O saldo final para a presente revisão foi de 16 artigos científicos, 2 de revisão e 2 livros.



### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Pico de torque isométrico no Dinamômetro Isocinético**

Estudos vêm revelando a interferência do alongamento estático sobre o pico de torque isométrico das musculaturas testadas. Em um estudo de Behm e col. (2001), sobre fatores que afetam a perda de força com alongamentos prolongados, houve uma queda de 12% no pico de torque isométrico da musculatura do quadríceps femoral quando submetida a um protocolo de 1200 segundos de alongamento estático.

Em outro estudo sobre o efeito de diferentes volumes de alongamento estático sobre a musculatura dos isquiotibiais, Ogura e col. (2007) verificaram uma diminuição significativa no pico de torque isométrico desta musculatura no protocolo de 60 segundos, mas não no protocolo de 30 segundos de duração.

Knudson e Noffal (2005) investigaram a relação dose-resposta do alongamento estático na força isométrica de preensão manual dos flexores do punho. Houve um decréscimo de 11,2% com um protocolo de alongamento estático de 100 segundos. Concluíram que o decréscimo na força de preensão isométrica seguinte ao alongamento parece aparecer de 20 a 40 segundos em indivíduos jovens independente do gênero.

Power e col. (2004), em seu estudo sobre o efeito agudo do alongamento estático no desempenho da força e salto, encontraram um decréscimo médio de 9,5% na contração isométrica voluntária máxima (CIVM) do quadríceps femoral quando submeteu os sujeitos a um protocolo de 270 segundos de alongamento estático desta musculatura.

As publicações supracitadas parecem demonstrar que o alongamento estático exerce um efeito deletério sobre o pico de torque isométrico no dinamômetro isocinético das musculaturas analisadas.

### 3.2 Pico de torque dinâmico no Dinamômetro Isocinético

Estudos em que os autores propõem-se a analisar os efeitos do alongamento estático sobre o pico de torque dinâmico, têm demonstrado efeitos deletérios desta prática sobre o grupo muscular alongado. Cramer e col. (2004), em um estudo sobre os efeitos do alongamento estático sobre o pico de torque dinâmico do quadríceps femoral de mulheres, encontraram uma queda significativa nesta variável nas velocidades de 60°/seg e 240°/seg, 3,3% e 2,6% respectivamente, em um protocolo de 960 segundos de alongamento estático.

Em outro estudo realizado por Cramer e col. (2005), que analisou o efeito agudo do alongamento estático sobre o pico de torque, potência, eletromiografia e mecanografia, também foi encontrada uma queda de 3,3% no pico de torque dinâmico, nas velocidades de 60°/seg e 240°/seg, bem como do sinal EMG dos músculos Vasto Lateral e Reto da coxa alongados durante 960 segundos.

Rubini e col. (2007), em um artigo de revisão com mais de 80 referências, concluíram que existem evidências substanciais em relação ao decréscimo da força induzido pelo alongamento. Segundo os autores, em estudos com utilização de protocolos que variam de 120 a 3600 segundos, as perdas de força oscilam de 4,5 a 28%, independentemente do tipo de teste utilizado (isométrico, isotônico ou isocinético). Em contraste com estes resultados, outros autores não observaram efeitos deletérios na força induzidos pelo alongamento, observando-se nestes estudos que, curiosamente, o tempo de estímulo total não foi demasiadamente extenso, variando de 30 a 480 segundos. Ainda, afirmam que estímulos com duração de 15 ou 30 segundos não influenciam negativamente a produção de força. Apesar disto, os autores chamam a atenção para o fato dos estudos seguirem linhas metodológicas distintas (muitas vezes fora da realidade de determinadas modalidades) e/ou pelo que é recomendado na literatura, o que acaba por ameaçar sua validade externa.

Dando respaldo às afirmações de Rubini e col. (2007), Zakas e col. (2006) não encontraram diminuição significativa no pico de torque dinâmico em nenhuma das velocidades angulares analisadas (30, 60, 120, 180 e 300°/seg) quando submeteram a musculatura do quadríceps femoral a um protocolo de 45 segundos

de alongamento estático. No entanto, no protocolo de 300 segundos, houve uma queda significativa em todas as velocidades analisadas.

Yamaguchi e col. (2006), em um estudo sobre os efeitos agudos do alongamento na potência dos extensores do joelho, usaram um processador de força para a avaliação da carga externa constante durante uma contração concêntrica, encontraram uma redução no pico de potência nos três tipos de cargas utilizadas (relativamente leve, moderada e relativamente pesada) após submeter esta musculatura a um protocolo de alongamento com um total de 1200 segundos de alongamento estático.

Em mais um estudo que analisou o efeito do alongamento estático e dinâmico na força isocinética máxima dos extensores e flexores do joelho, Papadopoulos e col. (2005) encontraram efeitos negativos na prática do alongamento estático tanto nos extensores como flexores do joelho na velocidade de 60°/seg, reduções de 4,3 e 5%, respectivamente. Na velocidade de 180°/seg a redução no pico de torque foi de 4,4% para extensores e 4,3% para os flexores. No entanto, no protocolo de alongamento dinâmico, não houve diferença significativa nos picos de torque das velocidades analisadas. As medições foram realizadas após um protocolo total de 270 segundos.

Zakas e col. (2006), em outra publicação sobre o efeito agudo de dois diferentes volumes de alongamento estático do Reto da coxa no pico de torque isocinético do quadríceps femoral de jogadores de futebol profissionais, encontraram um decréscimo significativo no pico de torque dinâmico em todas as velocidades angulares analisadas (60, 90, 150, 210 e 270°/seg) para o protocolo de 480 segundos. Contudo, no protocolo de 60 segundos, não houve queda significativa no pico de torque tanto em velocidades angulares baixas como nas altas. Houve um ganho na amplitude de movimento articular nos dois protocolos de alongamento analisados e sem diferença significativa entre eles.

De maneira similar aos estudos anteriores, Neto e Manffra (2009) ao estudarem a influência do volume de alongamento estático dos músculos isquiotibiais nas variáveis isocinéticas, encontraram um decréscimo significativo no pico de torque dinâmico e trabalho máximo dos isquiotibiais no protocolo de 360 segundos, o que não ocorreu com o grupo que alongou 180 segundos. No entanto, a variável trabalho total permaneceu inalterada nos dois protocolos.

As publicações supracitadas, principalmente os achados de Rubini e col. (2007), parecem demonstrar que o alongamento exerce um efeito deletério sobre o pico de torque dinâmico no dinamômetro isocinético das musculaturas analisadas.

### **3.3 Força voluntária máxima**

Estudos recentes sobre o déficit transitório da força induzido pelo alongamento têm demonstrado interferência sobre testes isotônicos. Este é o caso dos achados de Winchester e col. (2009), em um estudo que visou determinar a relação dose-resposta aguda entre o alongamento estático e a redução da força muscular. Foi verificado que uma única série de alongamento estático de 30 segundos já é capaz de diminuir a força dos isquiotibiais no exercício de flexão do joelho. E ainda, que a perda de força muscular foi gradual, conforme se aumentava o tempo do estímulo, ou seja, quanto mais tempo o músculo foi alongado mais força foi perdida, em uma relação direta.

Em uma linha similar de estudo, Endlich e col. (2009) em uma publicação sobre os efeitos agudos do alongamento estático no desempenho da força dinâmica em homens jovens, demonstraram uma redução significativa (9,2%) na carga máxima alcançada no teste de 10 repetições máximas, em membros superiores (exercício de supino reto), quando precedido de um protocolo de alongamento de 960 segundos. Já o protocolo de alongamento de 480 segundos a redução de força não foi significativa (0,78%). Em relação aos membros inferiores (exercício *Leg-Press* 45°), houve uma redução significativa na força máxima dos indivíduos tanto no protocolo de 480 segundos (4,2%) como no protocolo de 960 segundos (14,3%).

As publicações supracitadas parecem demonstrar que o alongamento estático exerce um efeito deletério sobre a força voluntária máxima das musculaturas analisadas. É importante salientar neste tópico os achados de Winchester e col. (2009), em que afirmam que a perda de força muscular foi gradual, conforme se aumentava o tempo do estímulo, ou seja, quanto mais tempo o músculo foi alongado mais força foi perdida, em uma relação direta.

### 3.4 Registro eletromiográfico (iEMG)

O nível de ativação muscular medido pela eletromiografia de superfície também vem sendo explorado em estudos relativos ao efeito agudo do treino de flexibilidade. Sobre os fatores que afetam a perda de força com alongamentos prolongados, no estudo de Behm e col. (2001), foi encontrado um decréscimo de 20,2% na ativação muscular do Reto da coxa quando submetido a um protocolo de alongamento de 1200 segundos de alongamento estático.

Corroborando com os achados de Behm e col. (2001), Cramer e col. (2005), que analisaram o efeito agudo do alongamento estático sobre o pico de torque dinâmico, potência, eletromiografia e mecanografia, encontraram um decréscimo na amplitude do sinal eletromiográfico dos músculos Vasto Lateral e Reto da coxa nas velocidades de 60°/seg e 240°/seg quando submetida esta musculatura a um protocolo de 960 segundos de alongamento estático.

Power e col. (2004), em seu estudo sobre o efeito agudo do alongamento estático no desempenho da força e salto, encontraram um incremento de 5,4% na inativação muscular do quadríceps femoral (Técnica de contração interpolada) e decréscimo de 15,1% na atividade eletromiográfica ao submeter os sujeitos a um protocolo de 270 segundos de alongamento estático desta musculatura.

As publicações supracitadas parecem demonstrar que o alongamento estático exerce um efeito deletério sobre o nível de ativação muscular medido pela eletromiografia de superfície das musculaturas analisadas.

### 3.5 Desempenho em saltos

A queda no desempenho durante a execução dos saltos feitos após alongamento estático é outro ponto abortado por diversos autores. Young e Elliot (2001), ao compararem o efeito do alongamento estático, facilitação neuromuscular proprioceptiva e contração voluntária máxima na produção de força explosiva e no desempenho de saltos, encontraram uma queda significativa, -13cm/s ( $p = .026$ ), no desempenho do *Drop Jump*, quando foi alongada estaticamente a musculatura do glúteo, tríceps sural e quadríceps femoral (por estarem envolvidos nas atividades de salto) em um protocolo de 105 segundos para cada grupo muscular de cada

membro alongado, somando um total de 600 segundos de alongamento, mas sem efeito significativo na produção de força explosiva. A facilitação neuromuscular proprioceptiva e a contração voluntária máxima dos extensores de joelho e quadril não tiveram um efeito significativo no desempenho muscular concêntrico ou no ciclo alongamento-encurtamento.

Segundo Rubini e col. (2007), em um artigo de revisão com mais de 80 referências, os resultados dos estudos sobre o desempenho nos saltos verticais são controversos. Em alguns artigos foram encontradas evidências de que a facilitação neuromuscular proprioceptiva afeta negativamente a altura dos saltos, mas o alongamento estático não. Em outros, a facilitação neuromuscular proprioceptiva não interferiu na altura dos saltos. Finalmente, em outras publicações que analisaram os efeitos do alongamento estático sobre o desempenho em saltos verticais foram encontrados decréscimos de 4,5% a 7,3% no desempenho no *Countermovement Jump* e de 3,2% a 4,4% no *Squat Jump*. Afirmam ainda que, a força muscular é um dos fatores mais importantes no desempenho do salto e que, se o efeito agudo do alongamento estático interfere diretamente na força, é de se esperar uma diminuição no desempenho do salto. Esta informação é de suma importância para técnicos e atletas que participam de eventos esportivos em que a força e desempenho em saltos são fundamentais e podem interferir diretamente no resultado da competição.

Power e col. (2004), em seu estudo sobre o efeito agudo do alongamento estático no desempenho da força e salto, encontraram um decréscimo de 5,1% na altura do *Drop Jump* e 5,4% na altura do *Countermovement Jump* ao submeter os sujeitos a um protocolo de 810 segundos de alongamento estático do quadríceps femoral, isquiotibiais e flexores plantares.

As publicações supracitadas parecem demonstrar que o alongamento estático exerce um efeito deletério no desempenho dos 3 tipos de saltos estudados (*Squat Jump*, *Countermovement Jump* e *Drop Jump*) e das musculaturas analisadas.

### **3.6 Desempenho na corrida**

A diminuição no desempenho nos esportes de alto rendimento também tem sido estudada, este é o caso das corridas rasas. Nelson e col. (2005), ao investigarem o efeito agudo do alongamento muscular passivo no desempenho das corridas de velocidade, encontraram um aumento significativo (0,04 s) no tempo de corrida ao submeter estes atletas a um teste de velocidade de 20m. Antes do teste eles haviam executado três diferentes protocolos de alongamento de membros inferiores com um tempo total de 360 segundos de duração.

### **3.7 Amplitude de movimento articular**

Segundo Dantas (1999), o termo “Alongamento” refere-se à manutenção dos níveis de flexibilidade obtidos e com a maior liberdade de movimento articular possível, logo, este seria um dos principais objetivos em alongar-se antes de uma sessão de atividade e/ou exercício físico. Em um estudo sobre o efeito de diferentes volumes de alongamento estático sobre a musculatura dos isquiotibiais, Ogura e col. (2007) verificaram um aumento significativo na amplitude de movimento articular tanto no grupo que executou o protocolo de 30 segundos como o que realizou o protocolo de 60 segundos, mas com perda de força significativa somente no grupo de 60 segundos.

Em um estudo similar ao de Ogura e col. (2007), Zakas e col. (2006) encontraram um incremento significativo na amplitude de movimento articular no protocolo de 45 e 300 segundos de alongamento estático, mas também com perda de força apenas para o segundo grupo.

Beedle e col. (2007), em um estudo que visou verificar o efeito do alongamento estático após o aquecimento e após a sessão de treino, não encontraram diferenças significativas na amplitude de movimento articular dos músculos analisados (quadríceps femoral, isquiotibiais e gastrocnêmios) em um protocolo de alongamento estático com duração total de 135 segundos.

Ainda, sobre os benefícios na amplitude de movimento articular, Papadopoulos e col. (2005) não observaram diferenças significativas entre o alongamento estático e dinâmico quando realizados em um protocolo de 270

segundos. No entanto, houve decréscimo no pico de torque no protocolo de alongamento estático. Os autores concluem que esta informação constitui um importante achado no planejamento do treino no que diz respeito a incorporar uma maneira mais adequada de alongar-se visando alcançar o máximo desempenho na produção de força.

Em outro estudo de Zakas e col. (2006), sobre o efeito agudo de dois diferentes volumes de alongamento estático do Reto da coxa no pico de torque isocinético do quadríceps femoral de jogadores de futebol profissionais, foram observadas alterações significativas na amplitude de movimento articular tanto no protocolo de 60 como no protocolo de 480 segundos e sem diferença significativa entre eles, mas, novamente, a perda de força foi maior para o segundo grupo.

Neto e Manffra (2009), ao estudarem a influência do volume de alongamento estático dos músculos isquiotibiais nas variáveis isocinéticas, demonstraram que ambos os protocolos, 180 e 360 segundos, foram capazes de produzir aumento da amplitude de movimento articular e sem diferença significativa entre os protocolos.

Power e col. (2004), em seu estudo sobre o efeito agudo do alongamento estático no desempenho da força e salto, ao avaliar também a amplitude de movimento articular, encontraram um incremento de 10% na ADM no teste de sentar e alcançar (banco de Wells) ao submeterem os sujeitos a um protocolo de 810 segundos de alongamento estático do quadríceps femoral, isquiotibiais e flexores plantares.

As publicações supracitadas parecem demonstrar que o alongamento exerce um efeito benéfico no que se refere à ADM, sendo consenso em todos os artigos. Os autores chamam a atenção para questão do volume empregado. Eles verificaram que não existe diferença significativa nestes benefícios à ADM quando se executa o alongamento em volumes altos ou baixos, no entanto, o efeito deletério na força muscular é verificado, de forma significativa, em altos volumes de alongamento.

### **3.8 Principais mecanismos envolvidos**

A maioria dos autores supracitados chega a um consenso com relação aos mecanismos fisiológicos envolvidos no “Déficit transitório na força muscular induzido pelo alongamento”. No entanto, de uma maneira geral, este consenso é baseado em



especulações, hipóteses sobre a interferência destes mecanismos na função muscular. Alguns não afirmam com convicção sobre qual é o mecanismo responsável por este fenômeno. Muitas vezes o método utilizado para a avaliação é apontado como inadequado para determinação dos mesmos. A seguir são colocados os dois fatores primários mais citados na literatura e que estariam relacionados com o fenômeno do “Déficit transitório na força muscular induzido pelo alongamento”.

### 3.8.1 Fatores neurais

No estudo de Behm e col. (2001), os autores discutem sobre a validade da técnica de contração interpolada. Segundo eles, as discrepâncias no percentual de alteração na ativação muscular pós-alongamento podem ser atribuídas a não linearidade das mensurações e à tendência desta técnica em subestimar a extensão da inativação muscular. Apesar disso, consideram inegável a interferência aguda do alongamento estático sobre a ativação muscular e, conseqüentemente, interferindo na produção de força.

De maneira similar, Cramer e col. (2004), afirmam que fatores neurais, como o decréscimo na ativação muscular ou alteração na sensibilidade reflexa, como hipóteses dos efeitos negativos do alongamento estático sobre a função muscular. Ainda, Cramer e col. (2005), acrescentam como mais um fator neural interveniente na função muscular, um decréscimo na frequência de disparo dos motoneurônios.

Yamaguchi e col. (2006) chegam à mesma conclusão dos estudos anteriores atribuindo a fatores neurais, como a diminuição na ativação neuromuscular, os efeitos negativos do alongamento estático na função muscular.

Ainda neste sentido, Rubini e col. (2007), após extensa revisão de literatura, afirmam como um dos fatores do fenômeno do “Déficit transitório na força muscular induzido pelo alongamento” as adaptações neurais como, por exemplo, diminuição da ativação das unidades motoras, na atividade eletromiografica, redução na sensibilidade do fuso muscular, ativação de nociceptores e a inibição gerada pelo órgão tendinoso de golgi (que contribui para o decréscimo na excitabilidade do motoneurônio  $\alpha$ ).

Ogura e col. (2007), corroborando com os achados dos estudos anteriores, identificaram como mecanismo interveniente na função muscular os fatores neurais como a inibição na excitabilidade do motoneurônio  $\alpha$  ou do sistema nervoso central.

Diversos outros autores (Winchester e col., 2009; Zakas e col., 2006; Papadopoulos e col., 2005; Endlich e col., 2009; Neto e Manffra, 2009; Nelson e col., 2005; Power e col., 2004) atribuem aos fatores supracitados a explicação para o “Déficit transitório na força muscular induzido pelo alongamento”.

### 3.8.2 Fatores mecânicos

A diminuição da rigidez muscular ou maior complacência músculo-tendínea também é citada como fator interveniente na função muscular. Young e Elliot (2001) atribuem o efeito agudo negativo do alongamento estático ao aumento na complacência músculo-tendínea e ao mecanismo inibitório neural. No entanto, esses mecanismos não foram especificamente investigados neste estudo.

Cramer e col. (2004), assim como Young e Elliot (2001), também apresentam fatores mecânicos, envolvendo as propriedades visco-elásticas, como uma das hipóteses dos efeitos negativos do alongamento estático sobre a função muscular. Elas estariam ligadas com o efeito sobre a relação tensão-comprimento muscular.

Da mesma maneira, Yamaguchi e col. (2006) atribuem a fatores mecânicos, como a diminuição da rigidez muscular, os efeitos negativos do alongamento estático na função muscular.

Ainda neste sentido, Rubini e col. (2007), após extensa revisão de literatura, afirmam como um dos fatores do fenômeno do “Déficit transitório na força muscular induzido pelo alongamento” as alterações nas propriedades viscoelásticas, as quais poderiam causar alteração na relação tensão-comprimento muscular. Estas alterações agudas permitiriam as fibras musculares deslizar com menos resistência ao movimento gerando uma maior complacência muscular e talvez limitando a posição ótima de acoplamento da ponte cruzada, tendo interferência negativa direta na produção de força.

Ogura e col. (2007), corroborando com os achados dos estudos anteriores, identificaram como mecanismo interveniente na função muscular os fatores mecânicos como a diminuição na rigidez das unidades músculo-tendíneas.

Diversos outros autores (Winchester e col., 2009; Zakas e col., 2006; Papadopoulos e col., 2005; Endlich e col., 2009; Neto e Manffra, 2009; Nelson e col., 2005; Power e col., 2004) atribuem aos fatores supracitados a explicação para o “Déficit transitório na força muscular induzido pelo alongamento”.

### 3.8.3 Outros mecanismos

Além dos mecanismos fisiológicos que tentam explicar o fenômeno chamado de “Déficit transitório na força muscular induzido pelo alongamento” outros mecanismos também são citados por alguns autores; são eles: Ativação do Mecanoreceptor tipo 3 e Nociceptor tipo 4 aferentes; Inibição induzida pela fadiga; Alterações no ciclo alongamento-encurtamento; Mecanismo inibitório neural (reflexo miotático inverso); Decréscimo por velocidade específica (relação força-velocidade); *Feedback* inibitório por pressão articular; Inibição reflexa ao alongamento com origem no fuso muscular; Inibição autogênica (reflexo tendinoso de golgi), entre outros.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos apresentados utilizam diversos métodos e volumes de alongamento, entre eles, destacam-se, basicamente, três tipos: Estático, Dinâmico ou Balístico e a FNP.

Após esta revisão é possível identificar o efeito negativo sobre a função muscular da prática de alguns tipos de alongamento quando executados previamente a sessão de treino de força, principalmente no método referido como “Alongamento Estático”. No entanto, é importante salientar, o predomínio de publicações que estudam este tipo de alongamento. Talvez, os outros dois tipos de prática (Dinâmico ou balístico e, principalmente, a FNP) possam também interferir de forma negativa sobre a função muscular tanto quanto o alongamento estático.

Os autores que publicam nesta área têm se referido a este fenômeno como “Déficit transitório na força induzido pelo alongamento” (Cramer e col., 2005) e, ainda, têm recomendado aos técnicos e praticantes de exercícios físicos que levem em consideração este fenômeno ao incentivar o alongamento estático antes de eventos esportivos e/ou recreacionais (Cramer e col., 2004).

Segundo o ACSM (1998), um programa para ganho geral de flexibilidade pode ser desenvolvido usando-se as três principais técnicas de alongamento: Estático, dinâmico ou balístico e a FNP. O alongamento estático pode ser executado permanecendo com o grupo muscular em questão em uma posição de alongamento em que haja um ponto de leve desconforto durante 10 a 30 segundos em, pelo menos, quatro repetições. A FNP pode ser executada, no mesmo ponto de leve desconforto, por uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM) com duração de 6 segundos, seguida de 10 a 30 segundos de alongamento passivo assistido e, da mesma maneira que o alongamento estático, em pelo menos quatro repetições.

Existe certa “confusão metodológica” dos autores em relação aos protocolos de alongamento adotados em seus trabalhos. Muitos utilizam volumes e número de séries demasiadamente longos, o que foge da realidade das rotinas de treinamento adotadas no dia a dia dos indivíduos.

O benefício no que se refere à ADM é consenso em todos os artigos. Os autores chamam a atenção para questão do volume empregado. Eles verificaram

que não existe diferença significativa nestes benefícios à ADM quando se executa o alongamento em volumes altos ou baixos, no entanto, o efeito deletério na força muscular é verificado, de forma significativa, em altos volumes de alongamento.

Entre outras conclusões os autores afirmam que, quanto maior o tempo de execução e o número de séries de alongamento, maior é a perda de força (Rubini e col., 2007; Zakas e col., 2006; Neto e Manffra, 2008; Endlich e col., 2009; Winchester e col., 2009), em uma relação diretamente proporcional.

De uma maneira geral, com base em hipóteses e especulações, a maioria dos autores supracitados chega a um consenso com relação aos mecanismos fisiológicos envolvidos no “Déficit transitório na força muscular induzido pelo alongamento”. Foram identificados como os dois fatores primários mais citados na literatura e que estariam relacionados com este fenômeno: Fatores neurais como a diminuição da ativação muscular (Behm e col., 2001; Cramer e col., 2004; Cramer e col., 2005; Yamaguchi e col., 2006; Rubini e col., 2007; Ogura e col., 2007; Winchester e col., 2009; Zakas e col., 2006; Papadopoulos e col., 2005; Endlich e col., 2009; Neto e Manffra, 2009; Nelson e col., 2005; Power e col., 2004) e fatores mecânicos como a diminuição da rigidez muscular (Young e Elliot, 2001; Cramer e col., 2004; Yamaguchi e col., 2006; Rubini e col., 2007; Ogura e col., 2007; Winchester e col., 2009; Zakas e col., 2006; Papadopoulos e col., 2005; Endlich e col., 2009; Neto e Manffra, 2009; Nelson e col., 2005; Power e col., 2004). Outros mecanismos ainda são citados de forma isolada em algumas publicações.

O alongamento é uma prática importante, que traz inúmeros benefícios à flexibilidade dos indivíduos. No entanto, devemos levar em consideração a distinção entre os métodos de treinamento de flexibilidade e força. Podemos concluir que, de maneira similar a interferência do treino aeróbico sobre o treino de força (quando executados pelo mesmo grupo muscular e na mesma sessão de treino), ao incluir o treino para ganho de flexibilidade, caracterizado pelo maior volume (tanto no que se refere a número de séries como no tempo de execução), previamente a uma sessão de treino de força, a musculatura em questão estaria sendo submetida a um tipo de treinamento concorrente. Desta maneira o ganho de flexibilidade se daria em detrimento do ganho de força e vice-versa. No entanto, caso opte-se pelo alongamento, caracterizado por volumes menores (somente uma série e tempo de execução não excedendo 30 segundos) antes da sessão de treino, este trará

benefícios significativos, e similares aos obtidos com o treino de flexibilidade, à ADM e com efeitos negativos não significativos no que se refere à força muscular (Ogura e col., 2007; Rubini e col., 2007; Zakas e col., 2006; Neto e Manffra, 2009; Endlich e col., 2009).

## REFERÊNCIAS

1. BEEDLE, Barry B., LEYDIG, Summer N., CARNUCCI, Jennifer M. No Difference in Pre- and Postexercise Stretching on Flexibility. **Journal of Strength and Conditioning Research** 21(3), 780-783, 2007.
2. BEHM, D. G., BUTTON, D. C., BUTT, J. C. Factors Affecting Force Loss With Prolonged Stretching. **Can. J. Appl. Physiol.** 26(3): 262-272, 2001.
3. CRAMER, J. T., HOUSH T. J., WEIR, J. P., JOHNSON, G. O., COBURN, J. W., BECK, T. W.. The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. **Eur J Appl Physiol** 93:530-539, 2005.
4. CRAMER, J. T., HOUSH, T. J., WEIR, J. P., JOHNSON, G. O., MILLER, J. M., COBURN, J. W., BECK, T. W.. Acute Effects of Static Stretching on Peak Torque in Women. **Journal of Strength and Conditioning Research** 18(2), 236-241, 2004.
5. DANTAS, Estélio H. M., **Flexibilidade: Alongamento e flexionamento.** 4ª Edição. Rio de Janeiro: Shape, 1999.
6. ENDLICH, Patrick Wander, FARINA, Giovanni Rampinelli, DAMBROZ, Cássio, GOLÇALVES, Washington Luiz Silva, MOYSÉS, Margareth Ribeiro, MILL, José Geraldo, ABREU, Gláucia Rodrigues de. Efeitos Agudos do Alongamento Estático no Desempenho da Força Dinâmica em homens Jovens. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** vol.15, nº3, 2009.
7. KENDALL, F. P.; MCCREARY, E. K.; PROVANCE, P. G. **Músculos: provas e funções.** São Paulo: Manole, 1995.
8. KNUDSON, Duane, NOFFAL, Guillermo. Time course of stretch-induced isometric strength deficits. **Eur J Appl Physiol** 94: 348-351, 2005.
9. NELSON, Arnold G., DRISCOLL, Nicole M., LANDIN, Dennis K., YOUNG, Michael A., SCHEXNAYDER, Irving C.. Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. **Journal of Sports Sciences** 23 (5): 449-454, 2005.
10. NETO, Anselmo Grego, MANFFRA, Elisangela Ferretti. Influência do Volume de Alongamento Estático dos Músculos Isquiotibiais nas Variáveis Isocinéticas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** vol.15, nº2, 2009.
11. OGURA, Yugi, MIYAHARA, Yutetsu, NAITO, Hisashi, KATAMOTO, Shizuo, AOKI, Junichiro. Duration of Static Stretching Influences Muscle Force Production in Hamstring Muscles. **Journal of Strength and Conditioning Research** 21(3), 788-792, 2007.

12. PAPADOPOULOS, G., SIATRAS, T., KELLIS, S., The effect of static and dynamic stretching exercises on the maximal isokinetic strength of the knee extensors and flexors, **Isokinetics and Exercise Science** 13 (4), pp. 285-291, 2005.
13. POLLOCK, Michael L., GAESSER, Glenn A., BUTCHER, Janus D., DESPRÉS, Jean-Pierre, DISHMAN, Rod K., FRANKLIN, Barry A., GARBER, Carol Ewing. The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults [American College of Sports Medicine position stand]. **Medicine and Science in Sports and Exercise** 30(6), 975-91, 1998.
14. POWER, Kevin, BEHM, David, CAHILL, Farrel, CARROL, Michael, YOUNG, Warren. An Acute Bout of Static Stretching: Effects on Force and Jumping Performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise** 36 (8): 1397-1402, 2004.
15. RUBINI, Ercole C., COSTA, André L. L., GOMES, Paulo S. C.. The Effects of Stretching on Strength Performance. **Sports Med** 37(3): 213-224, 2007.
16. WINCHESTER, Jason B., ARNOLD, G. Nelson, JOKE, Kokkonen. A Single 30-s Stretch Is Sufficient to Inhibit Maximal Voluntary Strength. **Research Quarterly for Exercise and Sport** Vol. 80. No. 2, PP. 257-261, 2009.
17. YAMAGUCHI, Taichi, ISHII, Kojiro, YAMANAKA, Masanori, YASUDA, Kazunori. Acute Effect of Static Stretching on Power Output During Concentric Dynamic Constant External Resistance Leg Extension. **Journal of Strength and Conditioning Research** 20(4), 804-810, 2006.
18. YOUNG, W., ELLIOT, S.. Acute Effects of Static Stretching, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching, and Maximum Voluntary Contractions on Explosive Force Production and Jumping Performance. **Research Quarterly for Exercise and Sport** Vol 72, No. 3, pp. 273-279, 2001.
19. ZAKAS, Athanasios, DOGANIS, George, GALAZOULAS, Christos, VAMVAKOUDIS, Efstratios. Effect of Acute Static Stretching Duration on Isokinetic Peak Torque in Pubescent Soccer Players. **Pediatric Exercise Science** 18, 252-261, 2006.
20. ZAKAS, Athanasios, GALAZOULAS, Christos, DOGANIS, George, ZAKAS, Nikolaos. Effect of two acute static stretching durations of the rectus femoris muscle on quadriceps isokinetic peak torque in professional soccer players. **Isokinetics and Exercise Science** 14, 357-362, 2006.