UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS - RIO CLARO

CURSO
Licenciatura em Educação Física

RENATA HELENA DE SOUZA

A INFLUÊNCIA DO ALONGAMENTO PRÉVIO NO PICO DE TORQUE E NA TAXA DE DESENVOLVIMENTO DE FORÇA.

Rio Claro
2009

RENATA HELENA DE SOUZA

A INFLUÊNCIA DO ALONGAMENTO PRÉVIO NO PICO DE TORQUE E NA TAXA DE DESENVOLVIMENTO DE FORÇA.

Orientador: BENEDITO SÉRGIO DENADAI

Co-orientador: Camila Coelho Grecco

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de Licenciado em Educação Física.

Rio Claro
2009

617.1027
S7291i
Souza, Renata Helena de
A Influência do alongamento prévio no pico de torque e na taxa de desenvolvimento do força. / Renata Helena de Souza. - Rio Claro : [s.n.],
2009
22 f. : il., gráfs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências
Orientador: Benedito Ségio Denadai
Co-Orientador: Camila Coelho Grecco

1. Medicina do Esporte. 2. Força e Flexibilidade. 3. Força muscular. 4. Exercício. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP

Campus de Rio Claro/SP

SEJA VOCÊ A MUDANCA QUE QUER VER NO MUNDO!
(Mahatma Ghandi)

AGRADECIMENTOS

Quatro anos se passaram, e como passaram rápidos, foram muitos aprendizados, os quais levarei para a vida toda, amadurecimento pessoal, reafirmação de valores, dedicação e um sentimento de superação e realização constante.

Nesse tempo foram tantas as pessoas que passaram por minha vida e que deixaram sua marca que seria difícil citar aqui o nome de todos que me ajudaram e contribuíram para que eu chegasse até aqui. Desta forma quero agradecer de coração a todos que passaram por mim dentro desses quatro anos e principalmente a aqueles que caminharam ao meu lado neste período.

Muito obrigada primeiramente a minha família, pois sem ela eu nada seria, obrigada a todos da minha sala que me ensinaram a entender e respeitar as diferenças entre as pessoas e a maneira de pensar de cada um, a todos meus amigos da pós graduação que foram essências ao meu crescimento não só profissional como também pessoal, as minhas vizinhas, que me fizeram sentir como é ter irmãos, aos meus colegas de academia que sempre me motivaram a seguir esta profissão e a todos aqueles que de alguma forma me incentivaram e me fizeram crescer.

Obrigada a todos professores dos quais fui aluna, pois cada um contribuiu de alguma forma para eu ser o que sou hoje, e também a aqueles dos quais eu fui a professora. Obrigada aos meus voluntários que fizeram parte desta pesquisa e muito obrigada aos meus queridos orientadores, que me aceitaram, me ajudaram e tiveram paciência comigo para que este trabalho de conclusão de curso acontecesse.

Todos vocês com certeza são pessoas especiais pra mim, das quais eu sempre vou lembrar com muito carinho e muita saudade.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi investigar em indivíduos ativos a influência do alongamento prévio estático ativo no pico de torque (PT) e na taxa de desenvolvimento de força (TDF) durante contrações isocinéticas concêntricas a 60 e 180°.s^{-1}. Participaram deste estudo 12 sujeitos ativos com idades entre 18 e 30 anos. Os indivíduos foram submetidos, em dias, diferentes aos seguintes protocolos: 1) Familiarização ao teste no dinamômetro isocinético; 2) Cinco contrações isocinéticas concêntricas máximas para os extensores do joelho em cada velocidade angular (60 e 180°.s^{-1}) para determinar o PT e a TDF (Controle), e; 3) Dois exercícios de alongamento para os músculos extensores do joelho da perna dominante (10 x 30 s para cada alongamento, com recuperação de 20 s). Após o alongamento, o teste isocinéticos foi repetido (Pós-Alongamento). As condições 2 e 3 foram realizadas em ordem aleatória. Não houve modificação significante após a realização dos exercícios de alongamento no PT, no ângulo e no tempo nos quais o PT foi atingido, a 60 e 180º.s^{-1}. Do mesmo modo, não houve modificação significante na TDF e no ângulo no qual a TDF máxima foi alcançada em ambas as velocidades. Por outro lado, o tempo para a TDF máxima ser atingida (T_{TDF}) a 180º.s^{-1} foi significantemente menor após o alongamento (Pré - 98,3 ± 27,5 ms e Pós - 86,6 ± 30,2 ms). Não houve modificação significante após a realização dos exercícios de alongamento no torque (60 e 180º.s^{-1}) e no tempo (60º.s^{-1}) em diferentes deltas de variação de ângulos, obtidos a 60º.s^{-1} nas condições Controle e Pós-Alongamento. Porém, houve redução significante do tempo após a realização dos exercícios de alongamento nos deltas de variação de ângulo 90-88º (Pré - 46,6 ± 6,5 ms e Pós - 44,1 ± 5,1 ms), 88-85º (Pré - 65,8 ± 7,9 ms e Pós - 63,3 ± 4,9 ms) e 85-80º (Pré - 93,3 ± 7,7 ms e Pós - 90,0 ± 4,2 ms) a 180º.s^{-1}. Com base nestes dados, é possível concluir que o PT e a TDF não se modificam após o alongamento estático, independentemente da velocidade analisada. No entanto, a redução do T_{TDF} e do tempo necessário para se deslocar nos ângulos iniciais do movimento obtidos a 180º.s^{-1}, sugere que há um efeito positivo deste tipo de alongamento em alguns parâmetros neuromusculares, podendo ser interessante em condições prévias de realização de esforços de alta velocidade.

Palavras-chave: flexibilidade, força muscular, exercício.

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the influence of previous active static stretch on the peak torque (PT) and rate of force development (TDF) during isokinetic concentric contractions at 60 and 180°.s^{-1} in active individuals. Twelve active subjects with ages between 18 and 30 years participated of this study. The individuals were submitted in different days to the following tests: 1) Familiarization session to the isokinetic dynamometer; 2) Five maximal isokinetic concentric contractions for knee extensors at each angular velocity (60 and 180°.s^{-1}) to determine PT and TDF (Control), and; 3) Two active static stretching exercises for the dominant leg extensors (10 x 30 s for each exercise, with 20 s of rest). After the stretching, the isokinetic test was repeated (Post-Stretching). The conditions 2 and 3 were performed in random order. There was no significant modification after the stretch exercises on the PT, angle and time at which the PT was attained, at 60 and 180º.s^{-1}. In the same way, there was no significant modification on the TDF and angle at which the maximal TDF was attained in both angular speeds. In other way, the time to attain maximal TDF (T_{TDF}) at 180º.s^{-1} was significantly lower after the stretching (Pre - 98.3 ± 27.5 ms and Post - 86.6 ± 30.2 ms). There was significant modification on the torque (60 and 180º.s^{-1}) and time (60º.s^{-1}) at different delta of angle variations, obtained at 60º.s^{-1} at Control and Post-Stretching conditions. However, there was significant reduction of time after the stretching exercises on delta of angle variations of 90-88º (Pre - 46.6 ± 6.5 ms and Post - 44.1 ± 5.1 ms), 88-85º (Pre - 65.8 ± 7.9 ms and Post - 63.3 ± 4.9 ms) and 85-80º (Pre - 93.3 ± 7.7 ms and Post - 90.0 ± 4.2 ms) at 180º.s^{-1}. With base on these data, it is possible to conclude that PT and TDF do not modify after static stretching, irrespectively on the speed analyzed. However, the reduction of T_{TDF} and time necessary to displace at the initial angles of movement obtained at 180º.s^{-1}, suggest that there was a positive effect of this stretch type in some neuromuscular parameters, which can be interesting at previous conditions of high speed efforts.

Keywords: flexibility, muscular strength and exercise.

SUMÁRIO

Página

1. INTRODUÇÃO 7
2. OBJETIVO 9
3. MATERIAL E METODOS 10
3.1.Sujeitos 10
3.2.Delineamento experimental 10
3.3.Determinação do PT e da TDF 10
3.4.Exercícios de alongamento 11
3.5.Análise Estatística 11
4. RESULTADOS 12
5. DISCUSSÃO 16
6. CONCLUSÃO 19
7. REFERÊNCIAS 20

1. INTRODUÇÃO

O alongamento muscular tem sido frequentemente prescrito como forma de preparação neuromuscular, principalmente antes de exercícios que envolvem velocidade e força. Acredita-se que o alongamento além de reduzir encurtamentos e nódulos do sistema muscular, pode produzir melhores performances e diminuir o risco de lesões durante exercícios (ACHOUR, 1998, 1999). No entanto, apesar da sua utilização freqüente, ainda não se tem na literatura um consenso sobre a quantidade e o tipo ideal de alongamento a ser feito previamente a um treinamento ou competição, que possa não comprometer a força subseqüente, otimizar a performance e prevenir lesões.

Os alongamentos são classificados com base principalmente na presença ou não de movimento articular, e na presença ou não de um auxílio externo para a execução dos exercícios. De maneira geral, existem cinco tipos de alongamento: o estático, em que move-se o membro até determinada amplitude e permanece na posição; o passivo, que é feito com a ajuda de forças externas; o balístico, que utiliza vários esforços musculares ativos insistidos; a facilitação muscular neuro-proprioceptiva, combinação de contração e relaxamento alternados, e; o alongamento ativo, que é determinado pelo maior alcance do movimento voluntário, utilizando-se a força dos músculos agonistas e o relaxamento dos músculos antagonistas, o qual foi escolhido nesta pesquisa.

Estudos recentes têm analisado os efeitos agudos de diferentes técnicas de alongamento muscular na produção de força, mostrando que o alongamento pode influenciar de forma negativa a força muscular, dependendo da duração da sessão de alongamento e o tempo decorrido entre esta e o treino e/ou competição (CRAMER et al., 2005; MCHUGH, NESSE, 2008). Estes estudos sugerem que a prescrição de alongamentos prévios ao exercício de força, pode comprometer a habilidade do músculo em produzir força máxima, realizada na condição isométrica (BEHM et al., 2004; OGURA et al., 2007), isotônica (NELSON et al., 2005; YAMAGUCHI; ISHII, 2005) e isocinética (CRAMER et al., 2007a; MAREK et al., 2005).

Existem duas hipóteses propostas para explicar a queda de força após a indução de alongamento. A primeira refere-se a fatores neurais, tais como a diminuição da ativação do músculo alongado em função da redução da excitabilidade do motoneurônio, ou alteração da sensibilidade reflexa que resulta da inibição da resposta aguda dos proprioceptores (AVELA

et al., 1999; BEHM et al., 2004; CRAMER et al., 2007a,b; HERDA et al., 2008). Outra hipótese refere-se a fatores mecânicos como as propriedades viscoelásticas da unidade músculo-tendínea (NELSON et al., 2001; CRAMER et al., 2007a; MAREK et al., 2005; YAMAGUCHI et al., 2006; HERDA et al., 2008). Os fatores mecânicos podem reduzir a rigidez muscular e afetar a interação entre tensão e comprimento do músculo e a velocidade de encurtamento dos sarcômeros (MCHUGH; NESSE, 2008).

Em termos periféricos, um estudo realizado por Suzuki e Sugi (1983) em coelhos, verificou-se que uma extensão entre 5 a 8% do músculo é reversível e ainda mantém a elasticidade muscular, mas um alongamento extremo pode romper os filamentos de actina. No músculo alongado sobre tensão os miofilamentos deslizam e a energia elástica é armazenada na ponte cruzada dos filamentos de actina e miosina. Mas se o alongamento for muito acentuado perde-se a força do movimento, por impossibilitar-se a sobreposição dos miofilamentos. Assim, fatores intramusculares também parecem ser importantes para explicar a redução na força subseqüente a um exercício de alongamento.

Ao se analisar o comportamento da força isocinética, estudos verificaram reduções no pico de torque concêntrico (2,6 a 3,3%) após exercícios de alongamento com durações entre 1,5-8 minutos (CRAEMER et al., 2004, 2005, 2007a; MAREK et al., 2005), em indivíduos não-treinados. No entanto, Sekir et al. (2009) verificaram redução de 8% no pico de torque concêntrico, nas velocidades de 60 a 180°.s^{-1}. Como neste estudo os voluntários eram atletas treinados, os autores sugeriram que pode haver uma interação entre estado de treinamento em força muscular e os efeitos agudos na força após o alongamento.

A força explosiva muscular é bastante dependente da taxa de aumento da força em um dado intervalo de tempo no início da contração muscular, sendo os valores máximos desta taxa, alcançados em um período de tempo entre 100-300 ms (AAGAARD et al., 2002). Esta taxa é conhecida como taxa de desenvolvimento de força (TDF) e é obtida através da razão entre a variação da força e a variação do tempo. Assim, atletas que utilizam em suas modalidades contrações musculares explosivas, a TDF tem sido considerada um importante parâmetro para mensurar o desempenho neuromuscular. Para o nosso conhecimento, nenhum estudo analisou os efeitos do alongamento sobre a TDF obtida durante o exercício dinâmico.

2. OBJETIVO

Este estudo pretende investigar em indivíduos ativos a influência do alongamento prévio estático ativo no pico de torque (PT) e na taxa de desenvolvimento de força (TDF) durante contrações isocinéticas concêntricas a 60 e 180°.s^{-1}.

3. MATERAL E MÉTODOS

Sujeitos

Participaram deste estudo 12 sujeitos ativos com idades entre 18 e 30 anos. Toda e qualquer informação individual obtida durante este estudo foi totalmente sigilosa entre o pesquisador e o voluntário, inclusive um relatório final entregue ao voluntário. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade (Protocolo 2218/2009).

Delineamento experimental

Os indivíduos foram solicitados a comparecer no laboratório em 3 ocasiões dentro de um período de duas semanas. Os indivíduos foram submetidos aos seguintes protocolos, em dias diferentes: 1) Familiarização ao teste no dinamômetro isocinético; 2) Teste no dinamômetro isocinético para a determinação do PT e da TDF nas velocidades de 60 e 180º.s^{-1} (Controle), e; 3) Exercícios de alongamento com a execução subsequente do teste no dinamômetro isocinético, conforme descrito no item 2 (Pós-Alongamento). Os procedimentos 2 e 3 foram realizados de forma aleatória em relação a ordem das velocidades e alongamento. O intervalo entre os testes foi de pelo menos 48 h. Os indivíduos foram instruídos a chegar ao laboratório descansados e hidratados, com pelo menos 3 h após a última refeição. Cada indivíduo foi avaliado no mesmo horário do dia (± 2 h) para minimizar os efeitos da variação diurna biológica.

Determinação do PT e da TDF

Para a determinação do PT e da TDF, o sujeito se posicionou com o tronco levemente reclinado e as coxas bem suportadas pelo assento da cadeira do dinamômetro (Biodex System 3, Biodex Medical Systems, Shirley, N.Y.). Nessa posição o joelho é testado ao longo de uma amplitude de movimento que se estende a partir de 75-90º de flexão, na direção da máxima extensão possível. A partir disto determinou-se o PT que é definido como o efeito rotacional da força e medido em N.m e a TDF medida em N.m.s^{-1} a 60 e 180º.s^{-1} nas condições Controle

e Pós-Alongamento. Foram determinados também o ângulo e o tempo nos quais foram atingidos o PT (A_{PT} e T_{PT}, respectivamente) e a TDF máxima (A_{TDF} e T_{TDF}, respectivamente), como também o torque o tempo em diferentes deltas de variação de ângulos nas duas velocidades. Foram realizadas 5 contrações máximas concêntricas dos extensores do joelho com período de 5 minutos de recuperação entre as contrações realizadas nas diferentes velocidades. A ordem de realização das contrações nas diferentes velocidades foi randômica. Em uma destas visitas os voluntários realizaram antes dos exercícios de força, uma sessão de alongamento. A realização ou não da sessão de alongamento previamente aos testes de força foi feita de forma randômica.

Exercícios de alongamento

Foram realizados dois exercícios de alongamento para o quadríceps: um na posição em pé e o outro em decúbito lateral. No primeiro exercício, o indivíduo segurou o tornozelo com a mão oposta ao membro que foi alongado e projetou ligeiramente a crista ilíaca para frente da perna de apoio. Neste, o indivíduo evitou realizar a rotação do tronco. No segundo exercício, o indivíduo contraiu o abdômen e trouxe o pé em direção à região glútea, realizando a flexão de quadril e de joelho. Houve uma leve projeção da crista ilíaca para frente. Foram feitas 10 repetições de 30 s para cada alongamento, com recuperação de 20 s entre cada alongamento.

Análise Estatística

Foram calculadas as médias ± DP dos dados obtidos. A existência da normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk. Para as variáveis que apresentaram distribuição normal, a comparação entre as diferentes condições foi realizada pelo teste *t* de Student. Em todos os testes foi adotado um nível de significância de $p \leq 0,05$.

4. RESULTADOS

Os valores médios ± DP do pico de torque (PT), do ângulo (A_{PT}) e do tempo (T_{PT}) obtidos a 60 e 180º.s^{-1} nas condições Controle e Pós-Alongamento, estão expressos na tabela 1. Não houve modificação significante após a realização dos exercícios de alongamento no PT, A_{PT}, T_{PT} nas duas velocidades analisadas ($p > 0,05$).

Tabela 1. Valores médios ± DP do pico de torque (PT), do ângulo (A_{PT}) e do tempo (T_{PT}) obtidos a 60 e 180º.s^{-1} nas condições Controle e Pós-Alongamento. N=12

	Controle		**Pós-Alongamento**	
	60º.s^{-1}	**180º.s^{-1}**	**60º.s^{-1}**	**180º.s^{-1}**
PT (N.m)	262,3 ± 35,8	183,7 ± 23,8	262,1 ± 42,7	182,6 ± 20,6
A_{PT} (°)	65,0 ± 4,3	65,2 ± 8,1	65,8 ± 3,8	64,9 ± 8,4
T_{PT} (ms)	377,5 ± 74,7	157,5 ± 47,6	396,6 ± 76,5	155,8 ± 53,5

Os valores médios ± DP da taxa de desenvolvimento de força (TDF) do ângulo (A_{TDF}) e do tempo (T_{TDF}) obtidos a 60 e 180º.s^{-1} nas condições Controle e Pós-Alongamento, estão expressos na tabela 2. Não houve modificação significante na TDF e no A_{TDF} após a realização dos exercícios de alongamento nas duas velocidades analisadas ($p > 0,05$). Por outro lado, o T_{TDF} obtido a 180º.s^{-1} foi significantemente menor após o alongamento.

Tabela 2. Valores médios ± DP da taxa de desenvolvimento de força (TDF) do ângulo (A_{TDF}) e do tempo (T_{TDF}) obtidos a 60 e 180º.s^{-1} nas condições Controle e Pós-Alongamento. N=12

	Controle		**Pós-Alongamento**	
	60º.s^{-1}	**180º.s^{-1}**	**60º.s^{-1}**	**180º.s^{-1}**
TDF (N.m.s^{-1})	1531,2 ± 239,1	1076,8 ± 171,5	1459,9 ± 370,0	1078,3 ± 183,7
A_{PT} (°)	89,1 ± 17,1	75,9 ± 4,1	86,0 ± 2,2	77,3 ± 5,4
T_{PT} (ms)	68,3 ± 20,8	98,3 ± 27,5	67,5 ± 39,1	86,6 ± 30,2*

*p < 0,05 em relação à condição controle.

A figura 1 apresenta os valores médios ± DP do torque e do tempo em diferentes deltas de variação de ângulos, obtidos a 60º.s^{-1} nas condições Controle e Pós-Alongamento. Não houve modificação significante após a realização dos exercícios de alongamento nas duas variáveis analisadas (p > 0,05).

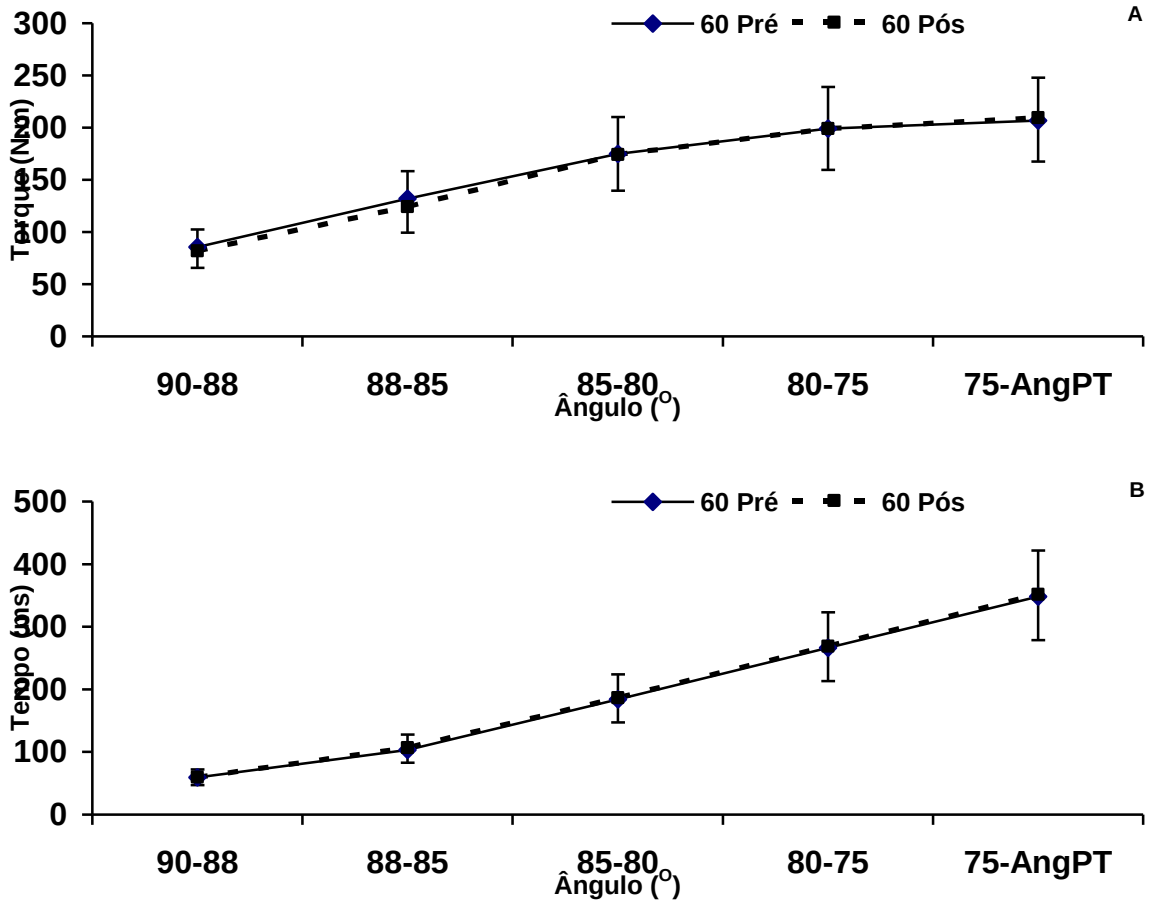


Figura 1. Valores médios ± DP do torque (A) e do tempo (B) em diferentes deltas de variação de ângulos, obtidos a $60^{o}.s^{-1}$ nas condições Controle (Pré) e Pós-Alongamento (Pós). N=12

A figura 2 apresenta os valores médios ± DP do torque e do tempo em diferentes deltas de variação de ângulos, obtidos a $180^{o}.s^{-1}$ nas condições Controle e Pós-Alongamento. Houve redução significante do tempo após a realização dos exercícios de alongamento nos deltas de variação de ângulo 90-88°, 88-85° e 85-80°.

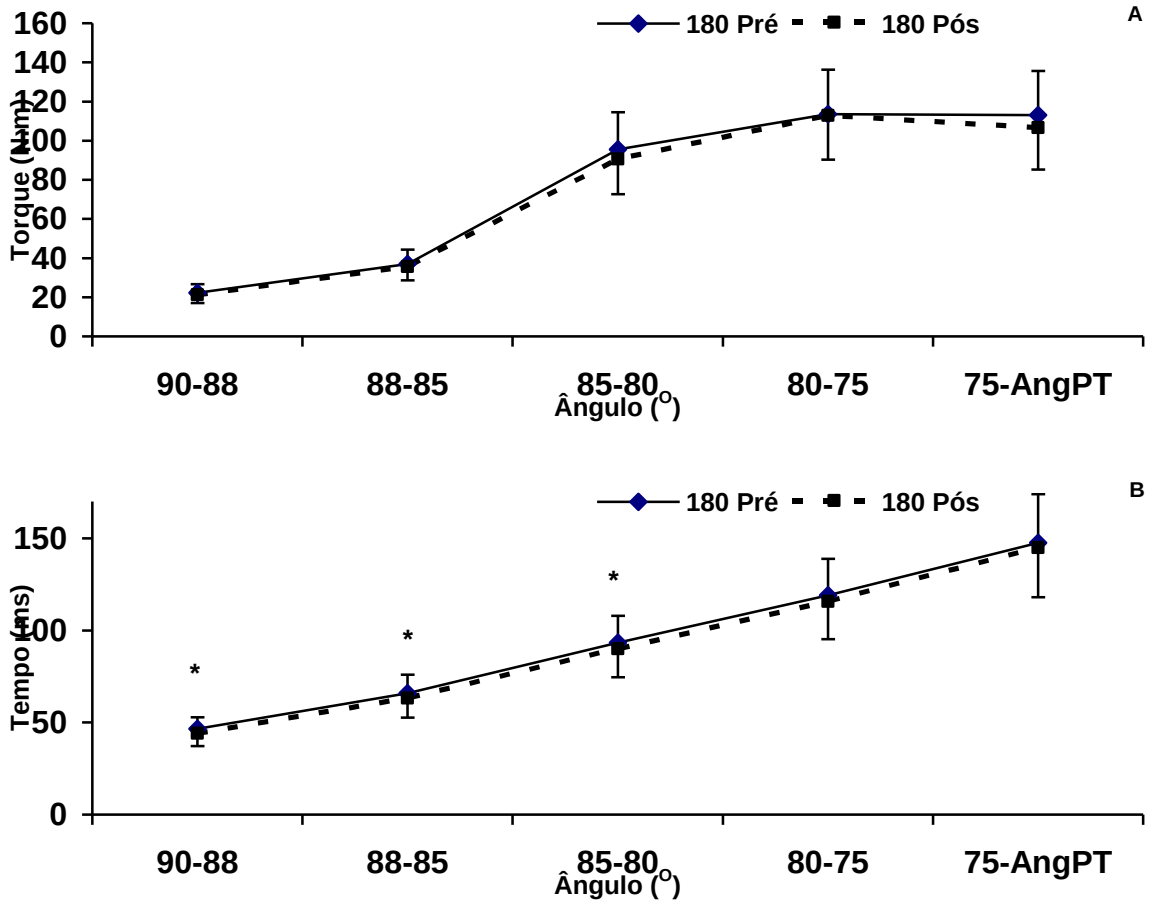


Figura 2. Valores médios ± DP do torque (A) e do tempo (B) em diferentes deltas de variação de ângulos, obtidos a $180^{o}.s^{-1}$ nas condições Controle (Pré) e Pós-Alongamento (Pós). *p < 0,05 em relação à condição controle. N=12

5. DISCUSSÃO

O principal objetivo deste estudo foi investigar em indivíduos ativos a influência do alongamento prévio estático ativo com duração total de 600 s no PT e na TDF durante contrações isocinéticas concêntricas a 60 e 180°.s^{-1}. Nosso principal achado foi que estas variáveis não se modificam após este tipo de alongamento, independentemente da velocidade analisada. No entanto, a redução do T_{TDF} e do tempo necessário para se deslocar nos ângulos iniciais do movimento obtidos a 180º.s^{-1}, sugere que há um efeito positivo deste tipo de alongamento em alguns parâmetros neuromusculares, podendo ser interessante em condições prévias de realização de esforços de alta velocidade. Entre os fatores que podem auxiliar a explicar esta resposta, estão o *drive* neural e as propriedades intrínsecas musculares, já que estes tendem a ser bastante importantes na fase inicial da contração muscular (ANDERSEN et al., 2006).

Os efeitos agudos do alongamento sobre a força muscular, ainda são aparentemente contraditórios. Entre os principais fatores que podem explicar estas diferenças, podemos citar o tempo total de alongamento, o tipo de alongamento (i.e., dinâmico ou estático) e a forma pela qual a força é medida (i.e., isotônica, isocinética e isométrica). Sekir (2009) analisou em atletas de elite o efeito do alongamento estático e balístico na força concêntrica e excêntrica de quadríceps nas velocidades 60 e 180°.s^{-1}. Para isso utilizou-se um protocolo randômico realizado em dias separados para as condições controle (sem alongamento), alongamento estático e alongamento dinâmico. O tempo total de alongamento foi de 10 minutos para o estático e para o dinâmico, cada um contendo quatro diferentes tipos de alongamentos, dois para quadríceps e dois para isquiotibiais. Verificou-se uma diminuição de 8% na força concêntrica do quadríceps com o alongamento estático ativo, e aumento de 8% com o alongamento dinâmico. Assim parece que o alongamento estático pode prejudicar o treinamento de força posterior, enquanto o dinâmico poderia beneficiar. Os exatos mecanismos pelo qual isto acontece ainda são desconhecidos. Para a realização do alongamento dinâmico, utiliza-se a forca dos músculos agonistas e o relaxamento dos

músculos antagonistas, além do maior aporte sanguíneo na região alongada, contribuindo no aquecimento especifico para o desempenho atlético (ACHOUR, 1998). Já para o alongamento estático, pode existir diminuição da força em razão de fatores neurais, como diminuição da ativação da unidade motora, freqüência de descarga e/ou alterações na sensibilidade de reflexo e também por fatores mecânicos, como alterações nas propriedades de viscoelasticidade do músculo que pode afetar na relação entre comprimento e tensão do mesmo.

Os efeitos dos exercícios de alongamento sobre a resposta aguda da força medida isometricamente parece ser dependente da duração total dos mesmos. Ryan et al. (2008) verificam uma relação dose-resposta entre a duração do alongamento e a magnitude do déficit de força induzido pelo alongamento estático. Cramer (2004) analisou o efeito agudo do alongamento no PT em homens e mulheres durante contrações isocinéticas. Para isso fez uso do alongamento estático com duração total de 16 minutos. Neste estudo verificou-se diminuição de 3,3% no PT nas duas velocidades (60 e $240^{o}.s^{-1}$). Em outro estudo realizado por Cramer (2006), utilizando um protocolo de alongamento com duração total (~15,5 min) similar ao estudo anterior, foi encontrada também uma diminuição significante de 3,4% no PT das contrações concêntricas do quadríceps nas duas velocidades (60 e $240^{o}.s^{-1}$). No presente estudo, não foi encontrado modificação significante no PT nas duas velocidades (60 e $240^{o}.s^{-1}$), após um protocolo de alongamento estático com duração total de 600 s. Assim, parece que a interação entre os efeitos do alongamento estático e sua respectiva duração também estão presentes durante a força isocinética. Deste modo, é possível que exista um limiar de duração de alongamento (i.e., acima de 10 min) que pode distinguir entre decréscimo significante e não significantes no torque isocinético de indivíduos ativos.

A máxima taxa de força que pode ser gerada pelo músculo (TDF) tem importância funcional para determinar a força que pode ser gerada nas primeiras fases da contração muscular (0 a 200ms). A TDF é importante para contrações rápidas e fortes (p.ex., um golpe de caratê ou boxe), envolvendo um tempo de execução por volta de 50 a 200 ms. A TDF pode ser influenciada pelo *drive* neural para o músculo (GRIMBY et al., 1981), a força máxima (SCHMIDTBLEICHER, 1992), área de secção transversa muscular (NARICI et al., 1996), tipo de fibra (HARRIDGE et al., 1996), e propriedades do sistema músculo-tendão (BOJSEN-MOLLER et al., 2005). Poucos estudos têm analisado os efeitos do alongamento sobre a TDF (RYAN et al., 2008). Ryan et al. (2008) verificaram redução da TDF medida durante contrações isométricas após 4 min (5%) e 8 min (7%) de alongamento. No presente estudo, não houve modificação significante na TDF e no A_{PT}. Estes dados antagônicos aparentemente

não podem ser explicados pelas diferenças na duração total do alongamento, mais sim pelo tipo de contração muscular analisada (i.e., isocinético x isométrico). Para a contração isométrica, Ryan et al. (2008) hipotetizaram que a redução da TDF, pode ser explicada pela redução do *stifness* músculo-tendíneo após o alongamento, já que parece existir uma relação inversa entre as propriedades contráteis (TDF) e a complacência músculo-tendínea. Como o efeito do alongamento sobre as propriedades contráteis (TDF) parece depender da relação tensão-comprimento (i.e., maior efeito no músculo mais encurtado), a ausência do efeito do alongamento durante a contração isocinética, pode ser explicada pelo fato da TDF ser obtida nos ângulos iniciais do movimento (i.e, 89-75°).

No entanto, houve uma redução significante no T_{PT} a $180^{o}.s^{-1}$ após o alongamento. Além disso, houve redução significante do tempo nos primeiros deltas de variação de ângulo (i.e., 90-88°, 88-85° e 85-80°), sem mudanças correspondentes do torque. Nossos dados concordam com Cramer et al. (2007), que verificaram redução no tempo de aceleração, após o alongamento estático. O tempo de aceleração é definido como o tempo do início da produção de velocidade concêntrica ao início da velocidade angular constante (BROWN, 2000; BROWN; WHITEHURST, 2003; BROWN et al., 1995). Assim, os autores sugerem que o alongamento estático leva os músculos extensores do joelho a acelerarem mais rapidamente o membro do repouso até a velocidade constante. Segundo os autores, estes dados suportam a teoria de Nelson et al. (2001b), de que o alongamento estático aumenta a velocidade de encurtamento dos sarcômeros, o que resulta em redução da produção de força em função da relação força-velocidade.

6. CONCLUSÃO

Com base nestes dados, podemos concluir que o alongamento estático, realizado com duração de 600 s, não influencia o PT e a TDF em contrações concêntricas isocinéticas, independentemente da velocidade analisada. No entanto, na velocidade alta a TDF é atingida mais rapidamente e o membro apresenta um menor tempo para se deslocar nos ângulos iniciais do movimento. Fatores como um maior *drive* neural e uma maior velocidade de encurtamento dos sarcômeros pode ajudar a explicar estas respostas mais rápidas no início da contração. Assim, como o PT e a TDF não reduziram, pode-se sugerir nas condições do presente estudo, que o alongamento estático pode ser interessante para a realização de esforços rápidos posterior.

7. REFERÊNCIAS

AAGAARD, P.; SIMONSEN, E.B.; ANDERSEN, J.L.; MAGNUSSON, P.; DYHRE-POULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology,** v.93, p.1318-1326, 2002.

ACHOUR Jr., A. **Flexibilidade. Teoria e prática.** 1ª Edição. Londrina: Editora Atividade Física e Saúde, 1998.

ACHOUR Jr., A. **Bases para exercícios de alongamento.** 2ª Edição. São Paulo: Phorte Editora, 1999.

ANDERSEN, L.L.; AAGAARD, P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. **European Journal of Applied Physiology,** v.96, p.46-52, 2006.

AVELA, J.; KYROLAINEN, H.; KOMI, P.V. Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. **Journal of Applied Physiology,** v.86, p.1283-1291, 1999.

BEHM, D.G.; BAMBURY, A.; CAHILL, F.; POWER, K. Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. **Medicine and Science in Sports and Exercise,** v.36, p.1397-1402, 2004.

BOJSEN-MØLLER, J.; MAGNUSSON, S.P.; RASMUSSEN, L.R.; KJAER, M.; AAGAARD, P. Muscle performance during maximal isometric and dynamic contractions is influenced by the stiffness of the tendinous structures. **Journal of Applied Physiology,** v.99, p.986-994, 2005.

BROWN, L.E. **Isokinetics in human performance.** Champaign, IL: Human Kinetics, 2000.

BROWN, L.E.; WHITEHURST, M.; GILBERT, R.; BUCHALTER, D.N. The effect of velocity and gender on load range during knee extension and flexion exercise on an isokinetic device. **Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy,** v.21, p.107-112, 1995.

BROWN, L. E.; WHITEHURST, M. The effect of short-term isokinetic training on force and rate of velocity development. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v.17, p.88-94, 2003.

CRAMER, J.T.; HOUSH, T.J.; 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,** v.18, p.236-241, 2004.

CRAMER, J.T.; HOUSH, T.J.; WEIR, J.P.; JOHNSON, G.O.; COBURN, J.H; BECK, T.W. The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. **European Journal of Applied Physiology,** v.93, p.530-539, 2005.
CRAMER, J.T.; HOUSH, T.J.; COBURN, J.H.; BECK, T.W.; JOHNSON, G.O.Acute effects of static stretching on maximal eccentric torque production in women. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v.20, p.354-358, 2006.

CRAMER, J.T.; BECK TW.; HOUSH TJ.; MASSEY LL.; MAREK SM.; DANGELMAIER SM.; 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. **Journal of Sports Sciences,** v.25, p.687-698, 2007a.

CRAMER, J.T.; HOUSH, T.J.; JOHNSON, G.O.; WEIR, J.P.; BECK, T.W.; COBURN, J.W. 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. **Journal of Orthopedic Sports and Physical Therapy,** v.37, p.130-139, 2007b.

GRIMBY, L.; HANNERZ, J.; HEDMAN, B. The fatigue and voluntary discharge properties of single motor units in man. **Journal of Physiology,** v.316, p.545-554, 1981.

HARRIDGE, S.D.; BOTTINELLI, R.; CANEPARI, M.; PELLEGRINO, M.A.; REGGIANI, C.; ESBJORNSSON, M.; SALTIN, B. Whole-muscle and single-Wbre contractile properties and myosin heavy chain isoforms in humans. **Plugers Archives,** p.432, p.913-920, 1996.

HERDA TJ.; CRAMER JT.; RYAN ED, MCHUGH MP.; STOUT JR. Acute effects of static versus dynamic stretching on isometric peak torque, electromyography, and mechanomyography of the biceps femoris muscle. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v.22, p.809-817, 2008.

MAREK, S.M.; CRAMER, J.T.; FINCHER, A.L.; MASSEY, L.L.; DANGELMAIER, S.M.; PURKAYASTHA, S.; FITZ, K.A.; CULBERTSON, J.Y. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. **Journal of Athletic Training,** v.40, p.94-103, 2005.

MCHUGH, M.P.; NESSE, M. Effect of Stretching on Strength Loss and Pain after Eccentric, Exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise,** v.40, p.566-573, 2008.

NARICI, M.V.; HOPPELER, H.; KAYSER, B.; LANDONI, L.; CLAASSEN, H.; GAVARDI, C.; CONTI, M.; CERRETELLI, P. Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training. **Acta Physiological Scandinavia,** v.157, p.175-186, 1996.

NELSON, A.G.; GUILLORY, I.K.; CORNWELL, A.; KOKKONEN, J. Inhibition of maximal voluntary isokinetic torque production following stretching is velocity-specific. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v.15, p.241-246, 2001.

NELSON AG.; KOKKONEN J.; ELDREDGE C. Strength inhibition following an acute stretch is not limited to novice stretchers. **Research Quarterly for Exercise and Sport,** v.76, p.500-506, 2005.

OGURA, Y.; MIYAHARA, Y.; NAITO, H.; KATAMOTO, S.; AOKI, J. Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v.21, p.788-792, 2007.

RYAN, E.D.; BECK, T.W.; HERDA, T.J.; HULL, H.R.; HARTMAN, M.J.; STOUT, J.R.; CRAMER, J.T. Do practical durations of stretching alter muscle strength? A dose-response study. **Medicine and Science in Sports and Exercise,** v.40, p.1529-1537, 2008.

SCHMIDTBLEICHER, D. **Training for power events.** In: Komi, P.V. (eds) Strength and power in sport. London: Blackwell, 1992, p.381-395.

SEKIR, U.; ARABACI, R.; AKOVA, B.; KADAGAN, S.M. Acute effects of static and dynamic stretching on leg flexor and extensor isokinetic strength in elite women athletes. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports,** ahead of print, april, 2009.

SUZUKI, S.; SUGI, H. Extensibility of the myofilaments in vertebrate skeletal muscle as revealed by stretching rigor muscle fibers. **The Journal of general physiology,** v.81, p.531-546, 1983.

YAMAGUCHI T.; ISHII K. Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v.19, p.677-683, 2005.

YAMAGUCHI T.; ISHII K.; YAMANAKA M.; YASUDA K. Acute effect of static stretching on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v.20, p.804–810, 2006.

Renata Helena de Souza

Orientanda

Benedito Sérgio Denadai

Orientador

Camila Coelho Grecco

Co-orientadora