

# Efeitos de diferentes sessões de aquecimento no torque e amplitude articular de homens jovens

CDD. 20.ed. 796.073

Michel Arias BRENTANO\*  
Luciana Pestana RODRIGUES\*  
Luiz Fernando Martins KRUEL\*

\*Escola de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## Resumo

Exercícios de flexibilidade são freqüentemente incluídos em sessões de aquecimento antes de exercícios resistidos. No entanto, alguns autores sugerem que a prática de exercícios de alongamento podem afetar negativamente performance de atividades que exijam força máxima. Sendo assim, o objetivo geral desse estudo foi verificar o impacto de três diferentes sessões de aquecimento na amplitude de movimento do quadril, pico de torque e trabalho total dos flexores do joelho direito. Dez homens treinados, sem histórico de lesão neuromuscular, foram testados isocineticamente em três velocidades (60°/s, 90°/s e 120°/s) após três diferentes sessões de aquecimento: 1) aquecimento geral (AG) no cicloergômetro; 2) aquecimento geral no cicloergômetro e alongamento estático (AE); 3) aquecimento geral no cicloergômetro e a técnica de facilitação neuromuscular proprioceptiva "hold-relax" (FNP). A amplitude articular do quadril direito foi medido através de um goniômetro. As comparações foram feitas através de análise de variância com medidas repetidas e teste "Post-Hoc" de Bonferroni. ( $p \leq 0,05$ ). Os resultados mostraram uma redução no pico de torque na sessão FNP comparados aos da sessão AE na velocidade de 60°/s na fase concêntrica (AE:  $150,8 \pm 21$  Nm vs. FNP:  $140 \pm 22$  Nm) e excêntrica (AE:  $182,4 \pm 24,5$  Nm vs. FNP:  $168,5 \pm 27,8$  Nm) e também menores quando comparados ao dia de AG na velocidade de 120°/s (AG:  $141,4 \pm 15,9$  Nm vs. FNP:  $129,2 \pm 18,4$  Nm). A variação do arco articular do quadril foi maior com o FNP (AE:  $18,3 \pm 10,9$  graus vs. FNP:  $27,9 \pm 6,8$  graus comparado ao AE). Nós concluímos que a técnica FNP "hold-relax" pode influenciar de forma negativa os valores de força voluntária máxima dos flexores de joelho, enquanto exercícios estáticos parecem não promover efeito negativo. No entanto, para o aumento dos níveis de amplitude da articulação do quadril, a técnica FNP "hold-relax" parece ser a melhor opção.

UNITERMOS: Alongamento; Treinamento de força; Aquecimento.

## Introdução

Níveis adequados de flexibilidade permanecem sendo um importante atributo físico para o desempenho de modalidades esportivas, atividades relacionados à vida diária e para a manutenção de um estilo de vida independente (MAZZEO, VAVANAGH, EVANS, FIATATORE, HAGBERG, MCAULEY & STARTZELL, 1998). A flexibilidade refere-se a extensibilidade dos tecidos periarticulares para permitir movimento normal ou fisiológico de uma articulação ou membro (FLECK & KRAEMER, 2006) e os exercícios visando o aprimoramento desse aspecto apresentam como característica a máxima amplitude fisiológica passiva

ou ativa em um dado movimento articular (ALTER, 1999). Exercícios visando aumento da flexibilidade são comumente realizados em sessões de aquecimento que compreendem todas as medidas que visam a preparação para o esporte, visando a obtenção do estado ideal psíquico e físico, para a realização da atividade (ALTER, 1999). Essa prática é comum tanto em academias como em competições de alto nível. Existem diversas técnicas descritas na literatura, sendo que grande parte dos estudos abordam exercícios estáticos (CRAMER, HOUSH, JOHNSON, MILLER, COBURN & BECK, 2004; CRAMER, HOUSH, WEIR, MILLER,

COBURN & BECK, 2005; EVETOVICH, NAUMAN, CONLEY & TODD, 2003; FOWLES, SALE & MACDOUGALL, 2000; FUNK, SWANK, MIKLA, FAGAN & FARR, 2003; KNUDSON & NOFFAL, 2005; KUBO, KANEHISA, FUKUNAGA & KAWAKAMI, 2001; OGURA, MIYAHARA, NAITO, KATAMOTO & AOKI, 2007; VETTER, 2007; YOUNG & ELLIOT, 2001) e/ou exercícios com técnicas de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) (FERBER, OSTERNIG & GRAVELLE, 2002; FUNK et al., 2003; SPERLOGA, UHL, ARNOLD & GANSNEDER, 2001; SULLIVAN, DEJULIA & WORREL, 1992; YOUNG & ELLIOT, 2001). A maioria dos estudos tem mostrado que, embora ambas as técnicas apresentem resultados favoráveis, as técnicas de FNP proporcionam maiores aumentos da amplitude de movimento do que os exercícios estáticos (SPERLOGA et al., 2001; SULLIVAN, DEJULIA & WORREL, 1992). Isso porque tais técnicas poderiam induzir a uma diminuição da atividade muscular, sugerida por menores amplitudes do sinal eletromiográfico após a execução de exercícios que utilizam essa técnica (FERBER, OSTERNIG & GRAVELLE, 2002; FOWLES, SALE & MACDOUGALL, 2000).

Alguns pesquisadores têm sugerido que a prática de exercícios visando o aumento da flexibilidade pode prejudicar, de forma aguda, a produção de força máxima (CRAMER et al., 2004, 2005; EVETOVICH et al., 2003; FOWLES, SALE & MACDOUGALL, 2000; FUNK et al., 2003; KNUDSON & NOFFAL, 2005; KUBO et al., 2001; YOUNG & ELLIOT, 2001) enquanto outros autores descartam essa possibilidade (OGURA et al., 2007; SIMÃO, GIACOMINI, DORNELLES, MARRAMOM & VIVEIROS, 2003). A força muscular se refere à força máxima que um músculo ou um grupo muscular pode gerar em um padrão específico de movimento e é comumente expressa como uma repetição máxima ou 1 RM, a carga máxima que pode ser movida por meio de uma amplitude de movimento (FLECK & KRAEMER, 2006). Níveis adequados de força são importantes tanto no dia-a-dia, para assegurar a autonomia na realização das atividades da vida diária, como no treinamento de atletas, representando um dos fatores determinantes do desempenho em quase todas as modalidades esportivas (ALTER, 1999). Além disso, para assegurar tanto uma melhor performance quanto um condicionamento voltado para a saúde, é essencial que haja um equilíbrio entre os níveis de força e flexibilidade das articulações (ALTER, 1999; FLECK & KRAEMER, 2006; WEINECK, 2003).

A quantidade de pesquisas que analisam os efeitos de exercícios de flexibilidade nos níveis de força é ampla (BEHM, BUTTON & BUTT, 2001; CRAMER et al., 2004, 2005; EVETOVICH et al., 2003; FOWLES, SALE & MACDOUGALL, 2000; KNUDSON & NOFFAL, 2005; OGURA et al., 2007; SIMÃO et al., 2003; VETTER, 2007; YOUNG & ELLIOT, 2001), entretanto a maioria dos trabalhos utilizam-se de períodos longos (vários minutos por série) com exercícios de flexibilidade, além de analisarem predominantemente o efeito desses exercícios na força máxima isométrica. Embora esses trabalhos ofereçam informações consistentes à respeito do efeito de exercícios de flexibilidade na produção de força, tais informações podem não refletir os efeitos dos períodos normalmente utilizados em sessões de aquecimento, inferiores a 30 segundos. Isso porque, partindo-se do pressuposto de que esses efeitos estejam relacionados com proprioceptores (FOWLES, SALE & MACDOUGALL, 2000) (mais especificamente OTGs) e a resposta desses dependa do tempo de estímulo, provavelmente exercícios de flexibilidade com curta duração promovam uma resposta diferenciada em relação à longa duração. Um dos poucos trabalhos envolvendo a comparação de exercícios de flexibilidade estáticos com técnicas de FNP, analisou apenas idosos, durante um longo período (80 segundos) e não investigou os efeitos desses exercícios nos níveis de força máxima (FERBER, OSTERNIG & GRAVELLE, 2002). Percebe-se que informações acerca do efeito desses exercícios realizados durante um tempo curto (30 segundos) na força máxima em diferentes velocidades de movimento permanecem escassas na literatura.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi: 1) verificar a influência do exercício de flexibilidade estático e da técnica FNP “hold-relax”, incluídos em sessões de aquecimento, no pico de torque e trabalho total dos flexores do joelho, além de; 2) verificar a variação do arco articular do quadril, após a execução dessas duas técnicas. Esse estudo tem como hipótese que a sessão de aquecimento contendo a técnica “hold-relax”, por ser mais intenso, proporcionará uma maior variação aguda na amplitude da articulação do quadril. No entanto, afetará negativamente a produção de torque e trabalho total, enquanto o exercício estático não influenciará esses valores.

## Procedimentos

### Amostra

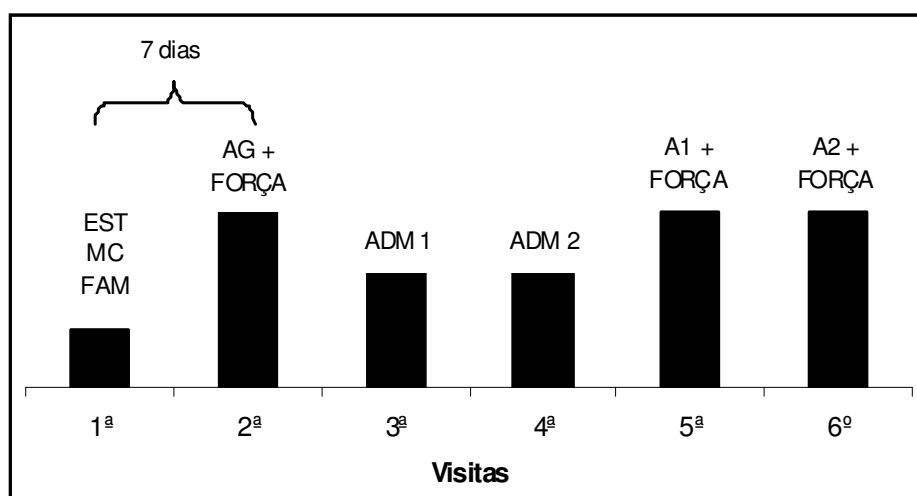
A amostra foi composta por 10 indivíduos do sexo masculino da Escola de Educação Física (EsEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) fisicamente ativos, com idades entre 20 e 25 anos que não apresentavam histórico de lesão neuromuscular (estiramentos, ruptura total ou parcial de ligamentos ou de músculos dos membros inferiores), informações obtidas através de anamnese realizada em entrevista individual, prévia ao início das avaliações. A descrição da amostra é observada na TABELA 1. Todos foram convidados pessoalmente e participaram voluntariamente do estudo. Antes da participação, cada indivíduo foi informado sobre os procedimentos, riscos e benefícios do estudo através de uma entrevista individual e leitura de um termo de consentimento que foi assinado por cada participante. Esse trabalho foi aprovado pelo Comitê de ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TABELA 1 - Médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos da idade, estatura (EST) e massa corporal (MC).

	Média $\pm$ DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	22,1 $\pm$ 1,37	20	24
EST (cm)	176,1 $\pm$ 8,08	165	193
MC (kg)	75,5 $\pm$ 9,99	67	97,9

### Desenho experimental

Os indivíduos compareceram seis vezes ao laboratório (FIGURA 1). Na primeira visita, foram mensuradas a estatura e massa corporal, além da familiarização com o dinamômetro isocinético, de acordo com as recomendações de PINCIVERO, GREEN, MARK e CAMPY (2000) executando 10 contrações sub-máximas dos flexores do joelho nas velocidades selecionadas ( $60^\circ$ ,  $90^\circ$  e  $120^\circ.s^{-1}$ ). Na segunda visita os indivíduos realizaram um aquecimento geral (AG) em cicloergômetro sem a execução de exercícios de alongamento. Posteriormente executaram o teste de força nas diferentes velocidades. Em uma terceira ocasião foi verificado o grau de flexão do quadril de cada indivíduo, a fim de determinar o valor de referência para as sessões de alongamento. Em uma quarta ocasião, os indivíduos refizeram o protocolo da terceira visita, a fim de avaliar a reprodutibilidade do arco articular. Em uma quinta ocasião, os indivíduos realizaram o mesmo procedimento da segunda visita, porém com um dos tipos de alongamento (estático ou FNP), antecedendo os testes de força. Em uma sexta visita, os indivíduos realizaram a sessão de alongamento restante, juntamente com as avaliações da força. A ordem das sessões de aquecimento foi realizada aleatoriamente. Além disso, foi feita a medição do arco articular alcançado após cada série de alongamento. As visitas tiveram um intervalo de sete dias.



EST = estatura;  
MC = massa corporal;  
FAM = familiarização;  
AG = aquecimento geral;  
FORÇA = avaliação isocinética;  
ADM = amplitude de movimento;  
A = aquecimento com exercícios de flexibilidade.

FIGURA 1 - Modelo de desenho experimental.

## **Flexibilidade**

Um Goniômetro (Pró Fisiomed), foi utilizado para medir o grau de amplitude de flexão do quadril dos indivíduos, baseado nas recomendações de QUEIROGA (2005). Cada indivíduo era posicionado em decúbito dorsal e, através de palpção e com o auxílio de um atlas de anatomia (NETTER, 2000), eram localizados o trocânter maior e o epicôndilo lateral do fêmur. Esses dois pontos do membro inferior direito foram marcados com etiquetas adesivas, formando o segmento “coxa”. O goniômetro tinha como centro (ponto fixo) o ponto marcado no trocânter maior do fêmur. O segmento coxa foi comparado com uma reta paralela ao chão possibilitando a obtenção do grau de flexão do quadril. No protocolo propriamente dito, com a perna esquerda mantida imóvel, a perna direita era elevada (flexão do quadril) com o joelho estendido e tornozelo na posição neutra, até que o avaliador verificasse subjetivamente o início da resistência passiva proporcionada pelos extensores do quadril. Nessa posição era mensurado o grau de flexão do quadril.

## **Sessões de aquecimento**

Foram realizadas três sessões de aquecimento, sendo que em duas delas houve a utilização de diferentes exercícios de flexibilidade, com um período de um minuto. As técnicas de flexibilidade foram executadas de acordo com as recomendações de ALTER (1999).

### **Aquecimento geral (AG)**

Cinco minutos em cicloergômetro (Ergofit, modelo 167), com velocidade entre 60 e 70 RPMs com uma carga de 50 w.

### **Aquecimento geral + alongamento estático (AE)**

No alongamento estático o indivíduo permanecia em decúbito dorsal, com o membro inferior esquerdo no chão fixo pelo avaliador, que ao mesmo tempo, fazia uma flexão de quadril no membro inferior direito. O ponto inicial foi determinado pela média das duas medições do arco articular realizadas na 3a. e 4a. visita ao laboratório, adicionando cinco graus. O avaliador mantinha a posição estática do membro por 20 segundos. Foram feitas três séries de 20 segundos, com um

minuto de intervalo com a perna relaxada, sendo que em cada série partia-se do limite anterior. O avaliador, através do goniômetro, fazia as medições após cada série.

### **Aquecimento geral + “hold-relax” (FNP)**

O posicionamento do indivíduo foi idêntico ao protocolo (AE). Foi realizado o método de facilitação neuromuscular proprioceptiva “hold-relax”. Chegando à amplitude de referência, o sujeito realizou uma contração voluntária máxima isométrica dos extensores do quadril direito (seis segundos) seguida de relaxamento completo dessa musculatura, deixando que o avaliador levasse sua perna a um novo ângulo (ângulo de flexão maior que o anterior). Cada série teve duas contrações por parte do indivíduo, com a manutenção da nova posição durante 10 segundos, sendo realizadas três séries dessa sessão. O intervalo entre as séries foi de um minuto. O avaliador, através do goniômetro, fazia as medições após cada série.

## **Avaliação isocinética**

Um dinamômetro isocinético Cybex (modelo Norm, Lumex & Co., Ronkonkoma, Nova Iorque, EUA) foi utilizado para mensurar concêntrica e excêntrica, o pico de torque e o trabalho total dos flexores do joelho nas velocidades angulares de  $60^{\circ}.s^{-1}$ ,  $90^{\circ}.s^{-1}$  e  $120^{\circ}.s^{-1}$ . No momento do teste, os sujeitos foram posicionados de acordo com as recomendações de DVIR (2002), sendo fixados no assento do dinamômetro através de faixas que passavam na região da coxa, pelve e tórax. O eixo de rotação do dinamômetro ficou alinhado visualmente com o joelho direito do indivíduo e o braço móvel do dinamômetro fixado 2 cm proximal ao maléolo lateral. Após esses ajustes definiu-se a amplitude de movimento (90 a 0° de flexão do joelho) além da pesagem do segmento analisado para correção pela gravidade dos valores posteriores de torque e trabalho total. Os sujeitos realizaram, em máximo esforço, três flexões de joelho concêntricas/excêntricas, em cada velocidade, com intervalo de dois minutos entre cada velocidade para a obtenção do pico de torque concêntrico (PTC), trabalho concêntrico (TC), pico de torque excêntrico (PTE) e trabalho excêntrico (TE). Em todas as avaliações os indivíduos foram encorajados verbalmente.

## Análise estatística

Foi utilizado o pacote estatístico SPSS versão 11.0. A normalidade dos dados foi analisada através do teste de Shapiro-Wilk. Para a verificação da reprodutibilidade dos valores do arco articular do quadril, foi utilizado o teste de correlação intra-classe de Pearson. Para comparação entre os valores

de força nos diferentes dias, foi usada uma análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas e “Post-hoc” Bonferroni. O poder estatístico para o número amostral variou entre 0,80 e 0,90. Em todas as análises o nível de significância adotado foi de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados

Houve uma correlação intra-classe dos valores das duas medidas da flexão do quadril dos indivíduos ( $R = 0,92$  e  $p < 0,001$ ).

Inicialmente, havíamos normalizado os valores de torque pela massa corporal e encontramos as mesmas diferenças obtidas com os valores absolutos. Sendo assim, optamos pelos valores absolutos, em N.m. A TABELA 2 mostra que a sessão FNP reduziu os níveis de PTC em relação às sessões AG

e AE nas velocidades de  $60^\circ.s^{-1}$  e  $120^\circ.s^{-1}$  e de PTE na velocidade de  $60^\circ.s^{-1}$ . Entretanto, não houve diminuição significativa no TC e no TE. Levando em consideração a velocidade de movimento, os resultados mostram uma redução do PTC, na velocidade de  $120^\circ/s$  em relação às velocidades inferiores, em todas as sessões de aquecimento. Entretanto, o TC não foi influenciado pela velocidade na sessão AG.

TABELA 2 - Médias e desvios-padrão dos valores de pico de torque concêntrico (PTC) e excêntrico (PTE), trabalho concêntrico (TC) e trabalho excêntrico (TE) no aquecimento geral (AG), alongamento estático (AE) e “hold relax” (FNP).

Variável	AG (Nm)	AE (Nm)	FNP (Nm)
PTC $60^\circ.s^{-1}$	150,0 $\pm$ 22,9	150,8 $\pm$ 21,0 #*†	140,0 $\pm$ 22,0*
PTC $90^\circ.s^{-1}$	149,9 $\pm$ 16,9*	144,8 $\pm$ 18,3*	137,3 $\pm$ 21,8*
PTC $120^\circ.s^{-1}$	141,4 $\pm$ 15,9 †	132,7 $\pm$ 19,2	129,2 $\pm$ 18,4
PTE $60^\circ.s^{-1}$	179,2 $\pm$ 18,7	182,4 $\pm$ 24,5 †	168,5 $\pm$ 27,8
PTE $90^\circ.s^{-1}$	181,1 $\pm$ 14,1	177,9 $\pm$ 20,9	168,5 $\pm$ 28,0
PTE $120^\circ.s^{-1}$	179,4 $\pm$ 17,2	170,4 $\pm$ 27,8	169,6 $\pm$ 28,3
TC $60^\circ.s^{-1}$	336,9 $\pm$ 63,7	349,9 $\pm$ 45,5*	315,4 $\pm$ 52,2*
TC $90^\circ.s^{-1}$	335,5 $\pm$ 43,8	339,9 $\pm$ 47,3*	310,1 $\pm$ 58,8
TC $120^\circ.s^{-1}$	315,5 $\pm$ 57,5	315,2 $\pm$ 42,6	295,3 $\pm$ 51,3
TE $60^\circ.s^{-1}$	385,0 $\pm$ 44,0*	403,6 $\pm$ 62,3	367,6 $\pm$ 55,7
TE $90^\circ.s^{-1}$	362,6 $\pm$ 36,1	394,8 $\pm$ 72,7	375,0 $\pm$ 64,9
TE $120^\circ.s^{-1}$	344,9 $\pm$ 50,3	356,5 $\pm$ 85,9	354,9 $\pm$ 66,9

\* maior do que  $120^\circ.s^{-1}$ ;  
# maior do que  $90^\circ.s^{-1}$ ;  
† maior do que FNP ( $p < 0,05$ ).

Com relação aos métodos de alongamento, os resultados mostram que a técnica FNP “hold-relax” promove uma maior variação

aguda do arco articular do quadril, comparado com o alongamento estático (FIGURA 2).

\*FNP maior que AE.

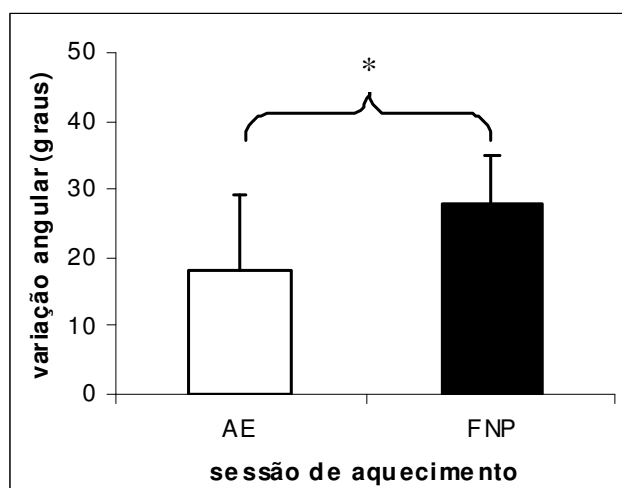


FIGURA 2 - Médias e desvios-padrão da variação da amplitude do movimento da articulação do quadril direito na sessão de aquecimento com alongamento estático (AE) e "hold relax" (FNP).

## Discussão

O maior achado do presente estudo foi a influência negativa da técnica FNP "hold-relax" no pico de torque dos flexores do joelho. Os resultados mostraram que as médias do PT foram menores na sessão em que foi feito FNP quando comparadas com AE, nas velocidades de  $60^{\circ}.s^{-1}$  e  $120^{\circ}.s^{-1}$ . Entretanto, isso não ocorreu na velocidade de  $90^{\circ}.s^{-1}$ , o que suporta parcialmente a hipótese do estudo, já que esperava-se uma redução da força produzida, em todas as velocidades de movimento.

O presente estudo parece ser o primeiro que analisou o efeito de exercícios de flexibilidade nos níveis de força máxima em diferentes velocidades de movimento. O fato desse parâmetro não ter sido reduzido na velocidade intermediária ( $90^{\circ}.s^{-1}$ ) é contraditório e na revisão realizada, não foi encontrada uma justificativa para esse fenômeno, sugerindo um aprofundamento dessa questão em estudos posteriores, que analisem um espectro de velocidades mais amplo e com variações mais sutis, que provavelmente mostrem uma resposta mais consistente do efeito dos exercícios de flexibilidade nos níveis de força muscular.

A menor capacidade de produção de força muscular decorrente de exercícios prévios de flexibilidade, pode ser explicada, provavelmente, por uma diminuição na rigidez da musculatura esquelética e dos tendões. É reconhecido que os exercícios de flexibilidade tem a capacidade de

alterar as propriedades viscoelásticas da unidade músculo-tendão reduzindo a tensão passiva e a rigidez da unidade (KUBO et al., 2001; MAGNUSSON, SIMONSEN, AAGAARD, BOESEN, JOHANSEN & KJAER, 1997). Uma das funções dos tendões é transferir a força produzida pela musculatura esquelética para os ossos e articulações. Sendo assim, uma unidade músculo-tendão mais rígida transmitirá de forma mais eficiente as alterações de tensão na musculatura (KUBO et al., 2001). Se a prática de FNP diminuiu o grau de rigidez do tendão ou da unidade músculo-tendínea tornando-a mais maleável, ela afetou negativamente a transmissão de força causando uma diminuição na capacidade de produção de torque.

Segundo TRICOLI e PAULO (2002), o grau de rigidez da musculatura esquelética relaciona-se positivamente com a produção de força em ações musculares concêntricas e isométricas. Um sistema músculo-tendão mais maleável passaria por um rápido período de encurtamento com ausência de sobrecarga até que os componentes elásticos do sistema fossem ajustados o suficiente para a transmissão de força. Isto colocaria o componente contrátil numa posição menos favorável em termos de produção de força nas curvas de força-compimento e força-velocidade.

Além da redução na rigidez músculo-tendínea, um decréscimo na ativação das unidades motoras tem sido mencionado como fator responsável pela

diminuição no desempenho de força após exercícios de flexibilidade (FERBER, OSTERNIG & GRAVELLE, 2002; FOWLES, SALE & MACDOUGALL, 2000). FOWLES, SALE e MACDOUGALL (2000) encontraram uma diminuição média de 28% na força máxima, testada através de uma contração isométrica voluntária, imediatamente após um período de 33 minutos seguidos de atividade de alongamento para os músculos responsáveis pelo movimento de flexão plantar do tornozelo. Através da avaliação da amplitude do sinal eletromiográfico e também da porcentagem de inativação da musculatura envolvida na tarefa, estes pesquisadores observaram uma diminuição na ativação do músculo após a sessão de flexibilidade. Esta redução na ativação estaria associada basicamente a dois mecanismos neurais (FOWLES, SALE & MACDOUGALL, 2000): um seria a inibição provocada pelos órgãos tendinosos de Golgi (OTG) que teriam sido estimulados pela tensão desenvolvida na unidade músculo-tendão durante as atividades de flexibilidade; e o outro seria a contribuição dos receptores de dor que teriam sido ativados uma vez que o limiar de desconforto e dor foi utilizado para delimitar a intensidade dos exercícios de alongamento.

Deve ser enfatizado que no presente estudo não foram feitas medidas ou avaliações do grau de rigidez da unidade músculo-tendínea ou dos fenômenos neurais mencionados como possíveis responsáveis pelo decréscimo na força máxima. Assim, essas justificativas têm um caráter especulativo.

Embora a sessão FNP tenha provocado uma diminuição significativa da força dos ísquiotibiais, a sessão AE não teve esse efeito. Além da intensidade, o tempo de duração do alongamento parece ter influência no grau de redução da força muscular (KNUDSON & NOFFAL, 2005; OGURA et al., 2007). No presente estudo, o tempo total de alongamento estático foi de 60 segundos, divididos em três séries de 20 segundos. Esse tempo de AE parece não ser suficiente para produzir uma diminuição significativa na produção de força dos ísquiotibiais, embora promova um aumento agudo da amplitude de movimento do quadril (OGURA et al., 2007). Esses resultados sugerem o AE como forma de aquecimento prévio em sessões de exercícios que envolvam altos níveis de força ou força máxima, sem que haja um efeito negativo nesses parâmetros.

Embora a sessão de aquecimento FNP tenha proporcionado uma diminuição significativa nos níveis máximos de força, o TC e TE, mesmo com médias inferiores durante a sessão FNP, não foram

diferentes das obtidas nas outras sessões de aquecimento. Como foram realizadas três contrações em cada velocidade, é razoável admitir que uma diminuição do PTC, obtida em um curto intervalo pode não refletir toda a curva de força dessas três repetições. Isso sugere que a capacidade de sustentar níveis de força sub-máximos não sofre o mesmo efeito. Entretanto, o mecanismo para esse achado permanece desconhecido. Cabe salientar que, levando-se em consideração o TC, percebe-se que o coeficiente de variação médio (16,01%) das sessões de aquecimento foi maior do que os obtidos durante o PTC (13,78%) o que pode ter acarretado na ausência de diferenças entre as sessões de aquecimento, no que se refere ao trabalho realizado.

Aos compararmos os níveis de torque e trabalho nas diferentes velocidades ( $60^{\circ}.s^{-1}$ ,  $90^{\circ}.s^{-1}$  e  $120^{\circ}.s^{-1}$ ) e na mesma sessão de aquecimento, verificou-se que na velocidade mais baixa ( $60^{\circ}.s^{-1}$ ) os picos de torque e trabalho total foram mais elevados do que nas velocidades de  $90^{\circ}.s^{-1}$  e  $120^{\circ}.s^{-1}$ . Além disso, na velocidade de  $90^{\circ}.s^{-1}$  obtivemos valores de pico de torque e trabalho total maiores que na velocidade de  $120^{\circ}.s^{-1}$ . Estes valores foram observados, predominantemente, na fase concêntrica. Esses resultados seguem o padrão mostrado na curva força x velocidade, onde com o aumento da velocidade de contração, ocorre uma diminuição da capacidade de produção de força (RASSIER, MACINTOSH & HERZOG, 1999; SMITH, WEISS & LEHMKUHL, 1997). A diminuição na força contrátil com o aumento na velocidade de contração é explicada com base no número de ligações que podem ser formadas por unidade de tempo entre os filamentos de actina e miosina. Em velocidades baixas, pontes cruzadas podem ser formadas em grande número. Em contrapartida, quanto mais rapidamente os filamentos deslizam um em relação ao outro, menor o número de ligações que são formadas, diminuindo assim a quantidade de força desenvolvida (RASSIER, MACINTOSH & HERZOG, 1999; SMITH, WEISS & LEHMKUHL, 1997). Com essa resposta, esperava-se que os efeitos dos exercícios de flexibilidade se manifestariam em todas as velocidades. Entretanto, na velocidade intermediária ( $90^{\circ}.s^{-1}$ ), não houve interferência. Como comentado anteriormente, esse parece ser o primeiro estudo que analisou o efeito de exercícios de flexibilidade nos níveis máximos de força em diferentes velocidades de movimento, tornando-se difícil a comparação com outros trabalhos, assim como, justificar a não homogeneidade dos resultados do presente estudo.

Os resultados suportam a hipótese de uma maior resposta aguda do FNP comparado ao AE, no que se refere à amplitude de movimento. Isto porque, neste estudo, o FNP foi considerado um alongamento mais intenso que o alongamento estático, não devido ao tempo de alongamento, pois foi o mesmo nas duas sessões, mas, provavelmente, pelos seus princípios neurofisiológicos. A literatura identifica o método FNP e suas variações como

sendo superior aos outros em relação aos ganhos de flexibilidade (FERBER, OSTERNIG & GRAVELLE, 2002; SPERLOGA et al., 2001; SULLIVAN, DEJULIA & WORREL, 1992). Entretanto, os resultados não podem ser extrapolados para condições crônicas. Ainda, se considerarmos a técnica FNP utilizada, por promover uma diminuição significativa dos níveis de força dos isquiotibiais, seria contra indicada como uma sessão de aquecimento para exercícios de força.

## Conclusão

Os resultados deste estudo sugerem que, em homens jovens, o método de FNP "hold-relax" pode influenciar negativamente a capacidade de produção de força de membros inferiores, o que pode estar relacionado à diminuição da rigidez da unidade músculo-tendínea e ao decréscimo da ativação das unidades motoras, após a execução dessa técnica. Sendo assim a utilização desse tipo de técnica seria contra indicado em sessões de aquecimento prévias a atividades que exijam altos níveis de força. No

entanto, nós sugerimos a sua utilização para sessões que tenham o objetivo o incremento da flexibilidade, por apresentar grandes variações agudas.

O alongamento estático parece não influenciar negativamente a capacidade de produção de força e pode até facilitar essa capacidade em baixas velocidades de movimento. No entanto, mais estudos devem ser realizados para verificar esta possibilidade.

## Abstract

Effect of distinct warm up routines on torque production and range of motion in young males

Stretching exercises are commonly included in warm-up routines before resistance exercises. However, some authors suggest that stretching exercises may affect negatively activities that require maximal strength. The purpose of this study was to verify the impact of three different warm-up sessions on hip range of motion (ROM), peak torque and total work of right knee flexors of young adults. Ten trained men without neuromuscular injury were tested isocinetically at three velocities (60°/s, 90°/s and 120°/s) after different warm-up sessions: stationary bike (B), stationary bike and static stretch (S), stationary bike and "hold-relax" technique (FNP). The right hip ROM variation after warm-up sessions was obtained with a goniometer. Comparisons were made with analyses of variance (ANOVA) for repeated measures and post-hoc Bonferroni ( $p \leq 0.05$ ). Our results showed a peak torque reduction in FNP session at the concentric phase, compared with S session at velocity 60°/s (S: 182.4 + 24.5 Nm vs. FNP: 168.5 + 27.8 Nm) and B session at velocity 120°/s (B: 141.4 + 15.9 Nm vs. FNP: 129.2 + 18.4 Nm). The FNP session promoted a higher range of motion variation when compared with E session. (E: 18.3 + 10.9 degrees vs. FNP: 27.9 + 6.8 degrees). We concluded that FNP stretching exercises may promote a negative effect on maximal force of knee flexors, while static stretching exercises promotes no negative effect. However, to increase the hip ROM, the "hold-relax" FNP technique seems to be a better choice.

UNITERMS: Stretching exercises; Strength training; Warm-up.



## Referências

- ALTER, M. J. **Ciência da flexibilidade**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.
- BEHM, D.G.; BUTTON, D.C.; BUTT, J.C. Factors affecting force loss with prolonged stretching. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Champaign, v.26, p.261-72, 2001.
- 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**, Champaign, v.18, p.236-41, 2004.
- CRAMER, J.T.; HOUSH, T.J.; WEIR, G.O.; MILLER, J.M.; COBURN, J.W.; BECK, T.W. The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.93, p.530-9, 2005.
- DVIR, Z. **Isocinética: avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas**. São Paulo: Manole, 2002.
- EVETOVICH, T.K.; NAUMAN, N.J.; CONLEY, D.S.; TODD, J.B. Effect of static stretching of the biceps brachii on torque, electromyography, and mechanomyography during concentric isokinetic muscle actions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.17, p.484-8, 2003.
- FERBER, R.; OSTERNIG, L.R.; GRAVELLE, D.C. Effect of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v.12, p.391-7, 2002.
- FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2006.
- FOWLES, J.R.; SALE, D.J.; MacDOUGALL, J.D. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.89, p.1179-88, 2000.
- FUNK, D.C.; SWANK, A.M.; MIKLA, B.M.; FAGAN, T.A.; FARR, B.K. Impact of prior exercise on hamstring flexibility: a comparison of proprioceptive neuromuscular facilitation and static stretching. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.17, p.489-92, 2003.
- KNUDSON, D.; NOFFAL, G. Time course of stretch-induced isometric strength deficits. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.94, p.348-51, 2005.
- KUBO, K.; KANEHISA, H.; FUKUNAGA, T.; KAWAKAMI, Y. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.90, p.520-7, 2001.
- MAGNUSSON, S.P.; SIMONSEN, E.B.; AAGAARD, P.; BOESEN, J.; JOHANSEN, F.; KJAER, M. Determinants of musculoskeletal flexibility: viscoelastic properties, cross-sectional area, EMG and stretch tolerance. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v.7, p.195-202, 1997.
- MAZZEO, R.S.; VAVANAGH, P.; EVANS, W.J.; FIATATORE, M.; HAGBERG, J.; MCAULEY, E.; STARTZELL, J. ACMS position stand on exercise and physical activity for older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.30, p. 992-1008, 1998.
- NETTER, F.H. **Atlas de anatomia humana**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2000
- 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**, Champaign, v.21, p.788-92, 2007.
- PINCIVERO, M.R.; GREEN, R.C.; MARK, J.D.; CAMPY, R.M. Gender and muscle differences in EMG amplitude and median frequency, and variability during maximal voluntary contractions of the quadriceps femoris. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v.10, p.89-196, 2000.
- QUEIROGA, M.R. **Testes e medidas para avaliação física relacionada à saúde em adultos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.
- RASSIER, D.E.; MACINTOSH, B.R.; HERZOG, W. Length dependence of active force production in skeletal muscle. **Journal Applied Physiology**, Bethesda, v.86, p.1445-57, 1999.
- SIMÃO, R.; GIACOMINI, M.B.; DORNELLES, T.S.; MARRAMOM, M.G.F.; VIVEIROS, L.E. Influência do aquecimento específico e da flexibilidade no teste de 1RM. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, Rio de Janeiro, v.2, p.134-40, 2003.
- SMITH, L.K.; WEISS, E.L.; LEHMKUHL, L.D. **Cinesiologia clínica de Brunnstrom**. São Paulo: Manole, 1997.
- SPERLOGA, S.G.; UHL, T.L.; ARNOLD, B.L.; GANSNEDER, B.M. Duration of maintained hamstring flexibility after one-time modified hold-relax stretching protocol. **Journal of Athletic Training**, Dallas, v.36, p.44-8, 2001.
- SULLIVAN, M.K.; DEJULIA, J.J.; WORREL, T.W. Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.24, p.1383- 9, 1992.
- TRICOLI, V.; PAULO, A.C. Efeito agudo dos exercícios de alongamento sobre o desempenho de força máxima. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, Londrina, v.7, p.6-13, 2002.

BRENTANO, M.A.; RODRIGUES, L.P. & KRUEL, L.F.M.

VETTER, R.E. Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.21, p.819-23, 2007.

WEINECK, J. **Treinamento ideal**. São Paulo: Manole, 2003.

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**, Washington, v. 72, p.273-9, 2001.

ENDEREÇO

Michel Arias Brentano  
Laboratório de Pesquisa do Exercício  
Escola de Educação Física  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
R. Felizardo, 750  
90690-200 - Porto Alegre - RS - BRASIL  
e-mail: michel.brentano@terra.com.br

Recebido para publicação: 27/08/2007

1a. Revisão: 15/10/2007

2a. Revisão: 01/07/2008

Aceito: 31/07/2008