

Influência do alongamento dos músculos isquiotibial e retofemoral no pico de torque e potência máxima do joelho

Influence of stretching hamstring and quadriceps femoral muscles on knee peak torque and maximum power

Gabriel Peixoto Leão Almeida¹, Kysia Karine Almeida Carneiro¹,
Helena Carneiro Rolim de Moraes², Júlia Barreto Bastos de Oliveira³

Estudo desenvolvido no Depto. de Fisioterapia da Unifor – Universidade de Fortaleza, Fortaleza, CE, Brasil

¹ Fisioterapeutas

² Fisioterapeuta Especialista; Prof. do Programa de Dinamometria Isocinética do Depto. de Fisioterapia da Unifor

³ Fisioterapeuta; Profa. Ms. do Depto. de Fisioterapia da Unifor

ENDEREÇO PARA
CORRESPONDÊNCIA

Gabriel P. L. Almeida
R. Onofre Sampaio Cavalcante
381
60834-450 Fortaleza CE
e-mail:
gabriel_alm@hotmail.com

APRESENTAÇÃO
jul. 2009

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO
out. 2009

RESUMO: O alongamento muscular é utilizado nas práticas desportivas para aumentar a flexibilidade muscular e amplitude articular, mas estudos mostram que pode produzir efeitos deletérios na produção de força muscular. A proposta deste estudo foi verificar a influência imediata e tardia do alongamento dos músculos isquiotibiais e retofemoral, por meio da facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP), no pico de torque e potência máxima do joelho. Quinze jovens sedentárias foram distribuídas em três grupos: GA, submetidas a 12 sessões de alongamento durante quatro semanas; GB, a apenas uma sessão de alongamento imediatamente antes da avaliação final; e GC, à mobilização articular passiva do joelho, de forma a não alongar. Todas as participantes foram avaliadas quanto à amplitude de movimento (ADM) de flexão e extensão do joelho, e à dinamometria isocinética, antes e após a intervenção, mensurando-se ADM, pico de torque (PT) e potência máxima (PM) do joelho. Observou-se diferença entre as médias dos três grupos na ADM após a intervenção ($p < 0,001$), mas não nas variáveis isocinéticas ($p > 0,05$). Os grupos GA e GB apresentaram melhoras na ADM e apenas o grupo GC apresentou melhora significativa em todas as variáveis isocinéticas ($p < 0,05$). Os resultados sugerem que o alongamento com FNP, com duração e intensidade adequados, pode ser utilizado antes da prática esportiva sem decréscimo na produção de força.

DESCRIPTORES: Amplitude de movimento articular; Exercícios de alongamento muscular; Força muscular; Joelho; Torque

ABSTRACT: Muscle stretching is often used in sports practice in order to increase muscle flexibility and joint range of motion. However, many studies have shown that muscle torque production may be reduced after stretching. The purpose of this work was to assess immediate and late effects of stretching, by proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) techniques, on knee peak torque and maximum power. Fifteen young sedentary female subjects were evenly distributed into three groups: AG, submitted to 12 PNF stretching sessions along four weeks; BG, submitted to only one stretching session just before the final evaluation; and GC, submitted to passive knee mobilization so as not to produce muscle stretching. All of them were assessed, before and after the four-week study, as to knee range of motion (ROM) flexion and extension, as well as to isokinetic dynamometry; variables analysed were knee ROM, peak torque and maximum power. Significant mean ROM differences were found between the three groups ($p < 0.001$), but no differences in isokinetic measures ($p > 0.05$). A and B groups showed increased ROM at the post-test, and only the C group showed significant increase in all isokinetic variables ($p < 0.05$). Results then suggest that PNF stretching, performed with adequate duration and intensity, may be done before sports practice with no decrease in muscle strength.

KEY WORDS: Knee; Muscle strength; Muscle stretching exercises; Range of motion, articular; Torque

INTRODUÇÃO

O alongamento muscular é definido como qualquer técnica aplicada para promover o aumento da mobilidade dos tecidos moles e conseqüentemente a amplitude de movimento (ADM)^{1,2}. As principais técnicas de alongamento utilizadas no âmbito clínico e no meio esportivo são o alongamento estático ou passivo, balístico, e manobras que utilizam os princípios da facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP)³⁻⁵.

Há muitos estudos na literatura sobre as diferenças entre essas técnicas quanto ao ganho de amplitude, sendo que alguns⁶⁻⁹ relatam melhores resultados com a FNP, sugerindo que essa técnica é mais confortável quando comparada ao alongamento estático¹. Isso ocorre provavelmente devido a seu discutido mecanismo neurofisiológico e viscoelástico de ação¹⁰. Por outro lado, segundo revisão sistemática realizada por Decoster et al.², não é possível identificar o método de alongamento mais eficaz de forma confiável, pois diversos estudos apresentam falhas metodológicas: mais de 78% dos artigos analisados tinham qualidade metodológica pobre. Além disso, há dificuldade em interpretar a literatura devido à falta de controle ou informação sobre o tempo, frequência e intensidade nos diferentes tipos de alongamento¹¹.

Quando o músculo é submetido a qualquer tipo de alongamento, aumenta significativamente o número de sarcômeros em série, ocorrendo um acréscimo em seu tamanho, principalmente nas duas regiões terminais das fibras musculares¹⁹. Com base nisso, parte-se da premissa que todos os métodos de alongamento muscular aumentam a flexibilidade, mas variações em seus componentes metodológicos podem compor estratégias diferenciadas para prevenção, reabilitação e treinamento^{2,7}.

A prática de alongamento antes da atividade esportiva é utilizada com o objetivo de prevenir dor e lesões musculares, além de melhorar o desempenho muscular. Apesar de diversos estudos sobre o tema, os reais benefícios e malefícios do alongamento no desempenho muscular são contraditórios^{11,12-16}. A possível diminuição da força muscular

após o alongamento estaria relacionada mais à inibição de mecanismos neurais do que propriamente a alterações da elasticidade muscular^{13,16}. Sugere-se que indivíduos podem rotineiramente realizar alongamento para ganho de flexibilidade, mas deve-se evitá-lo antes de atividades que exijam altos níveis de força muscular¹⁷.

Rubini et al.¹⁸ defendem que a duração dos alongamentos utilizados nas pesquisas é demasiadamente longa em comparação com a prática comum, e que as reduções no desempenho muscular são mais acentuadas quanto maior o tempo, o número de séries e de exercícios de alongamento, sendo necessário cuidado ao interpretar os resultados e utilizá-los na prática – o que torna evidente a necessidade de mais estudos. As divergências na literatura quanto às técnicas de alongamento mais eficazes, seus efeitos no desempenho muscular e os mecanismos neurofisiológicos e mecânicos envolvidos tornam esta uma área ampla para pesquisa, requerendo estudos com base metodológica clara.

Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar a influência imediata e tardia do alongamento, utilizando a facilitação neuromuscular proprioceptiva, dos músculos isquiotibial e retofemoral no pico de torque e potência máxima do joelho, mensurados por dinamometria isocinética.

METODOLOGIA

Foram convidadas a participar da pesquisa 23 pessoas do sexo feminino. Optou-se pela amostra apenas feminina para tornar os grupos mais homogêneos; além disso, estudos evidenciaram não haver correlação entre variações do ciclo hormonal feminino e níveis de estradiol sérico com a flexibilidade muscular²⁰. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de Fortaleza e todas as participantes foram esclarecidas sobre os procedimentos, assinando o termo de consentimento livre e esclarecido.

Como critérios de inclusão, as participantes deveriam ter entre 18 e 30 anos e história de no mínimo três meses sem realizar qualquer atividade física. Foram

excluídas as que realizassem atividade física, tivessem história recente de lesão nos membros inferiores, índice de massa corporal (IMC) acima de 28 kg/m², dores na coluna lombar, contraindicação para efetuar atividade física de acordo com o formulário de Par-Q²¹, e não apresentassem encurtamentos musculares nos testes de Thomas (TT) e/ou do ângulo poplíteo (TAP), utilizados respectivamente para avaliação do retofemoral e isquiotibial, sendo considerados os valores de normalidade 90° para o TT e 180° para o TAP²²; também foi excluída a participante que faltasse a qualquer sessão de alongamento.

A amostra final foi composta de 15 mulheres, com idade média de 22,8±2 anos, altura 1,59±0,06 m, peso 56,9±5,7 kg e IMC 22,5±2,4 kg/m². Foram distribuídas randomicamente em três grupos por sorteio na forma de envelopes lacrados. Durante quatro semanas consecutivas, o grupo GA (n=5) foi submetido a um protocolo de alongamento com FNP de três sessões por semana, sendo que na reavaliação isocinética não executou alongamento; o grupo GB (n=5) passou as mesmas quatro semanas sem intervenção e apenas antes da reavaliação no dinamômetro isocinético foi submetido ao alongamento com FNP; e o grupo GC (n=5) foi submetido, uma vez por semana, à mobilização passiva articular do joelho, de forma que não promovesse o alongamento muscular¹⁵.

Procedimentos

Todas as participantes foram avaliadas quanto à amplitude de movimento (ADM), flexão e extensão do joelho, e à dinamometria isocinética, antes e após a intervenção, mensurando-se ADM, pico de torque (PT) e potência máxima (PM) do joelho. Os testes de encurtamento muscular e no dinamômetro isocinético foram realizados nos mesmos horários e pelos mesmos dois avaliadores, que não sabiam em que grupo as participantes estavam inseridas. Na primeira semana foi feita a seleção da amostra, quantificação dos valores do TAP, TT, de pico de torque (PT) e potência máxima (PM) dos extensores e flexores de joelho, bilateralmente; nas quatro semanas seguintes, as participantes foram submetidas ao procedimento determinado de acordo

com seu grupo; por último, na sexta semana, foram novamente quantificados os valores do TAP, TT, PT e PM.

Foram utilizados na pesquisa um goniômetro universal (Carci), um dinamômetro isocinético (Cybex 1200), uma maca (ISP), uma balança (Filizola) e uma faixa para estabilização durante os alongamentos e avaliações.

Para avaliar o encurtamento muscular foram marcados três pontos de referência: no ponto central da proeminência óssea do trocânter maior; entre o sulco do bíceps femoral e o bordo lateral da patela; e no centro do maléolo lateral²³. Os isquiostibiais foram avaliados com a participante em decúbito dorsal, com o quadril em 90° de flexão, enquanto o avaliador passivamente efetuava extensão do joelho até o limite com o pé em posição neutra, sendo estabilizada a perna contralateral acima do joelho. Para avaliar os retofemorais, a participante em decúbito dorsal ficava com as pernas abaixo do joelho fora da maca, sendo efetuada flexão de quadril e joelho da perna contralateral até que a coxa encostasse no tronco da participante, utilizando-se uma faixa para estabilizar a perna ipsilateral acima do joelho²² (Figura 1). Os testes foram realizados três vezes em cada membro e calculada a média para cada perna. Em todos, um avaliador foi responsável pela aplicação e outro pela aferição goniométrica.

A metodologia de avaliação no dinamômetro isocinético segue o procedimento descrito por Kannus²⁴. Antes de cada avaliação o dinamômetro foi calibrado, a participante estabilizada com

cintos; a angulação do encosto foi de 80°, a fossa poplíteia ficou a 3 cm de distância do assento e o braço do isocinético foi preso 5 cm acima do maléolo lateral. O joelho avaliado foi posicionado a 100° da flexão (0°=extensão completa) e o eixo de rotação do braço do dinamômetro alinhado com a parte lateral do côndilo femoral. Previamente à realização do teste, procedeu-se a três repetições submáximas de extensão e flexão do joelho, para adaptação. A avaliação iniciou-se pela perna dominante, sendo efetuadas cinco repetições utilizando contração concêntrica para extensão e flexão do joelho com velocidade de 60°/seg para mensurar o pico de torque e 240°/seg para a potência máxima; entre cada velocidade avaliada foi mantido intervalo de um minuto. Os mesmos procedimentos foram realizados na perna não-dominante e as ondas escolhidas foram as que geraram maior torque e potência.

O alongamento foi executado com base nas técnicas da FNP^{9,25}. Primeiro o membro foi levado passivamente em amplitude máxima relatada pela participante em flexão do quadril com o joelho estendido; depois foi solicitada uma contração contrária ao alongamento (extensão do quadril com flexão do joelho), resistido pelo pesquisador por seis segundos, seguido de relaxamento e ganho de nova amplitude, mantida por quatro segundos. A perna contralateral foi estabilizada em extensão com uma faixa acima da patela. Esse procedimento foi realizado três vezes, totalizando 30 segundos de alongamento para a musculatura das duas pernas.

Para alongamento do retofemoral, a participante ficou em decúbito lateral, com a perna infralateral com 90° de flexão do joelho e quadril, com uma cinta para estabilizar o quadril, evitando rotações; e houve atenção para que a coluna ficasse alinhada e a pélvis neutra. Na perna a ser alongada (supralateral) foi efetuada flexão máxima de joelho e extensão do quadril até o limite relatado pela participante, que foi então solicitada a realizar uma contração contra o sentido do alongamento (flexão do quadril com extensão do joelho), resistido pelo pesquisador por seis segundos – o que foi seguido de relaxamento e ganho de nova amplitude por quatro segundos. Esse procedimento foi realizado três vezes, totalizando 30 segundos de alongamento da musculatura das duas pernas³.

Análise estatística

Avaliou-se inicialmente a condição de normalidade dos dados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. A análise de variância (Anova) foi utilizada para verificar a homogeneidade entre os grupos no início da pesquisa e para análise das médias dos três grupos em todas as variáveis ao final, sendo considerados dois fatores para medidas repetidas (tempo X grupo). Para examinar as múltiplas comparações entre os grupos foi utilizado o teste post hoc HSD de Tukey e, para as comparações entre alongamentos dentro de cada grupo, antes e depois da intervenção, foi aplicado o teste t de Student para amostras pareadas; utilizou-se o programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences v.18.0).

RESULTADOS

Os três grupos não apresentaram diferenças quanto a pico de torque, potência máxima, nem amplitude de movimento nos testes TAP e TT ao início da pesquisa, demonstrando homogeneidade ($p>0,05$). Após as quatro semanas de intervenção, pela análise de variância entre as médias dos grupos constatou-se diferença relevante nas medidas goniométricas do TAP e do TT ($p<0,001$ – Tabela 1).



Figura 1 **A** Teste do ângulo poplíteo: membro a ser avaliado em 90° de quadril com extensão de joelho até o limite e perna contralateral estabilizada. **B** Teste de Thomas: parte inferior da perna fora da maca, membro contralateral em flexão máxima em direção ao tronco, coxa homolateral estabilizada

Tabela 1 Diferença (média \pm desvio padrão) entre os valores obtidos pelos grupos A, B e C nas avaliações inicial e final e valor de p da comparação entre os grupos

	Grupo A (n=5)	Grupo B (n=5)	Grupo C (n=5)	p
TAP (graus)	33,1 \pm 12,3	15,1 \pm 8,3	1,4 \pm 4	<0,001
TT (graus)	13,1 \pm 5,4	4 \pm 3,6	1,5 \pm 6,5	<0,001
PT extensão (N.m)	- 2,3 \pm 22	- 11 \pm 15,9	13,2 \pm 10,6	0,261
PT flexão (N.m)	- 5,3 \pm 9,8	- 5,8 \pm 10,9	8,3 \pm 10,4	0,755
PM extensão (W)	14,4 \pm 16	11,5 \pm 16,1	10,8 \pm 12,2	0,588
PM flexão (W)	4,6 \pm 8,4	- 2,4 \pm 10,6	11,2 \pm 10,4	0,916

TAP = teste do ângulo poplíteo; TT = teste de Thomas; PT = pico de torque; PM = potência máxima

Na avaliação final da ADM, o grupo A apresentou melhora de 25% (33,1°) no TAP e 11,9% (13,1°) no TT; o grupo GB obteve melhora de 11,7% (15,1°) no TAP e 3,7% (4°) no TT. O grupo C manteve a mesma média da avaliação inicial, já que esse grupo não foi submetido a alongamento, com aumento apenas de 1% (1,4°) no TAP e piora de 1,3% (1,5°) no TT.

Após constatadas as diferenças nas medidas goniométricas, foi aplicado o teste post hoc de Tukey, verificando-se que as diferenças nas medidas goniométricas do TAP eram entre o grupo A e os grupos B e C ($p < 0,001$). Os dois

grupos que se submeteram ao alongamento (GA e GB) não apresentaram diferenças entre si no TT ($p > 0,05$) mas, quando comparados ao grupo controle, o GA ($p < 0,001$) e o GB ($p < 0,05$) apresentaram diferenças em relação ao grupo C.

Quanto à avaliação isocinética, os grupos A e B não apresentaram alterações relevantes no PT e na PM dos flexores e extensores do joelho, com exceção do grupo A, que apresentou melhora na PM dos extensores ($p < 0,05$). O grupo C apresentou melhora em todas as variáveis isocinéticas ($p < 0,05$ – Tabela 2). Essas diferenças, porém, não foram estatisticamente significantes na compa-

ração entre os grupos ($p > 0,05$), evidenciando que o alongamento efetuado não causou repercussões adversas no desempenho muscular das participantes dos grupos A e B.

DISCUSSÃO

Segundo Chalmers⁸, os mecanismos neurofisiológicos que envolvem as técnicas de FNP são diferentes do que usualmente se preconiza. Para o autor, a diminuição do reflexo miotático após uma contração voluntária não ocorre devido à ativação dos órgãos tendinosos de Golgi, mas pela existência de um mecanismo de inibição pré-sináptica do sinal sensorial do fuso neuromuscular, conhecido como reflexo de Hoffman²⁶ – e essa inibição ocorre apenas por um segundo. Mudanças na capacidade de tolerar alongamento e nas propriedades viscoelásticas¹⁰ são outras possíveis decorrências dos procedimentos utilizando a FNP⁸⁻⁹.

Padrões de flexibilidade aumentada são associados a exigências específicas de cada esporte, mas não existe uma base científica sólida para afirmar que o alongamento antes da atividade física é uma forma de proteção contra lesão e melhora do desempenho muscular⁶. Encontram-se na literatura pesquisas sobre os efeitos imediatos e tardios, isolados, dos alongamentos^{5,6,11-18}, mas carece-se de pesquisas que comparem os efeitos imediatos com os tardios do alongamento, utilizando grupo controle.

Neste estudo, os três grupos não apresentaram diferenças relevantes no desempenho isocinético na avaliação final, evidenciando que, independente do período e do momento em que se efetua um alongamento com FNP com duração de 30 segundos, não é gerado *deficit* de torque ou potência – embora o alongamento contribua para significativos ganhos de amplitude de movimento.

Marek et al.¹⁴, investigando os efeitos agudos do alongamento estático e FNP, obtiveram como resultado uma diminuição no PT e na PM com os dois alongamentos, indicando que esse *deficit* ocorreu por um mecanismo de inibição neural, evidenciado pela baixa atividade eletromiográfica após os alongamentos, causando semelhantes défices de força,

Tabela 2 Resultados (média \pm desvio padrão) obtidos pelos grupos A, B e C antes (pré) e depois (pós) da intervenção nos testes do ângulo poplíteo, de Thomas, isocinético de pico de torque e de potência máxima, e valor de p da diferença entre pré e pós

		Grupo A (n=5)	Grupo B (n=5)	Grupo C (n=5)
Teste do ângulo poplíteo (graus)	Pré	132,3 \pm 7,1	128,9 \pm 7,6	134,5 \pm 5,7
	Pós	165,4 \pm 11,7	144 \pm 5,9	135,9 \pm 7
	p	<0,001	<0,001	0,298
Teste de Thomas (graus)	Pré	109,6 \pm 96,5	108,1 \pm 12,3	111,5 \pm 6,4
	Pós	96,6 \pm 4,6	104,1 \pm 10,1	113 \pm 8,1
	p	<0,001	0,007	0,486
Pico de torque dos extensores (N.m)	Pré	151,6 \pm 27,9	155,3 \pm 42,8	154,9 \pm 25,8
	Pós	149,3 \pm 27,3	144,3 \pm 43,5	168,1 \pm 26,4
	p	0,749	0,057	0,003
Pico de torque dos flexores (N.m)	Pré	92,6 \pm 16,3	91 \pm 21,4	82,2 \pm 14,3
	Pós	87,3 \pm 16,1	85,2 \pm 17,9	90,5 \pm 13
	p	0,124	0,128	0,034
Potência máxima dos extensores (W)	Pré	132 \pm 15	139,1 \pm 27,6	149,5 \pm 26,6
	Pós	146,4 \pm 25,1	150,2 \pm 36,2	160,3 \pm 30,1
	p	0,020	0,058	0,021
Potência máxima dos flexores (W)	Pré	110,4 \pm 29,1	115,8 \pm 35,5	107,5 \pm 21,9
	Pós	115 \pm 27,5	113,4 \pm 37,7	118,7 \pm 18
	p	0,120	0,493	0,008

potência e ativação muscular em duas velocidades (60°/seg e 300°/seg). Segundo Cramer *et al.*¹³, após o alongamento ocorre um mecanismo inibitório do sistema nervoso central, devido à diminuição do pico de torque e da atividade eletromiográfica encontrada após os alongamentos. Na presente pesquisa, o grupo B não apresentou deficit significativo no desempenho isocinético imediatamente após o alongamento (Tabela 2), provavelmente devido ao tempo de alongamento mais curto utilizado na presente pesquisa.

As alterações da rigidez musculotendínea que ocorrem após o alongamento podem ter influência na produção de força. Ryan *et al.*²⁷, analisando o efeito agudo do alongamento na rigidez musculotendínea, concluíram que os grupos submetidos a alongamento apresentaram diminuição da rigidez pós-alongamento, a qual voltava aos valores basais em 10 minutos, no caso do grupo com 2 minutos de alongamento, e em 20 minutos, nos grupos com 4 e 8 minutos de alongamento.

Siatra *et al.*²⁸ sugerem que as alterações das propriedades neuromecânicas após o alongamento ocorrem quanto maior a duração dos alongamentos; verificaram que a diminuição no PT a 60°/seg ocorreu apenas com alongamentos acima de 30 segundos de duração e que alongamentos com 10 e 20 segundos de duração não tiveram efeito sobre a produção de força muscular máxima. Assim, deve-se ter atenção ao recomendar exercícios de flexibilidade antes da prática esportiva, pois períodos prolongados de alongamento podem

diminuir o rendimento na prática; além disso, outros estudos os associam com aumento dos riscos de lesão¹⁸. Em consonância com esses achados, o alongamento de cada musculatura na presente pesquisa teve 30 segundos de duração, sendo importante destacá-lo por ser esse o possível motivo da manutenção dos valores isocinéticos dos grupos.

Yuktasir e Kaya²⁹, comparando os efeitos tardios do alongamento estático e de FNP no desempenho no salto, concluíram que os dois alongamentos promoveram melhora da ADM, mas nenhum teve qualquer efeito significativo sobre a pontuação dos saltos. LaRoche *et al.*¹⁷ sugerem que quatro semanas de alongamento têm pouco efeito sobre a força muscular, potência e trabalho. Outro estudo¹, onde 12 indivíduos foram instruídos a realizar alongamento passivo todos os dias durante quatro semanas, não encontrou diferenças significativas na eletromiografia de superfície e na força isométrica de flexão máxima do joelho ao final daquele período.

Rees *et al.*¹⁵ defendem que o alongamento com FNP é uma modalidade útil para aumentar a amplitude de movimento e a força muscular isométrica. Em seu estudo o grupo experimental efetuou 12 sessões de alongamento dos flexores plantares por 4 semanas consecutivas; após o treinamento houve melhora significativa da ADM, força isométrica máxima, taxa de desenvolvimento de força e rigidez musculotendínea. No entanto, um fator que pode mascarar os resultados é que a técnica de alongamento de FNP já utiliza em seu protocolo uma contração isométrica da musculatura a

ser alongada, o que pode promover treinamento para a avaliação, justificando assim o aumento da força muscular isométrica.

O grupo C foi o único que apresentou melhora em todos os valores de PT e PM em relação à avaliação inicial ($p < 0,05$), porém essa melhora não foi relevante quando comparada à dos outros grupos. Quando o indivíduo é submetido pela primeira vez ao teste isocinético, não está familiarizado com os procedimentos; assim, pode-se considerar que o conhecimento prévio adquirido no teste inicial seja um fator que favoreça o melhor desempenho no teste final²⁴; no entanto, esse resultado superior não foi constatado nos grupos A e B.

As limitações deste estudo servem de sugestões para futuras pesquisas, como formar grupos com maior número de indivíduos, um tempo maior de intervenção e comparar diferentes métodos de alongamento.

CONCLUSÃO

O alongamento pela técnica de FNP gerou repercussões importantes na amplitude de movimento, mas não causou alterações significantes no pico de torque nem na potência máxima dos músculos do joelho em velocidades determinadas. De acordo com os dados obtidos, o alongamento com FNP, da presente pesquisa, pode ser utilizado antes da prática esportiva sem alteração do desempenho dos participantes, sendo necessário o cuidado de não utilizar alongamentos com mais de 30 segundos nem de intensidade elevada.

REFERÊNCIAS

- 1 Ylinen J, Kankainen T, Kautiainen H, Rezasoltani A, Kuukkanen T, Hakkinen A. Effect of stretching on hamstring muscle complice. *J Rehabil Med.* 2009;41(1):80-4.
- 2 Decoster LC, Cleland J, Altieri C, Russell P. The effects of hamstring stretching on range of motion: a systematic literature review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35(6): 377-87.
- 3 Kisner C, Colby LA. Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas. 4a ed. Barueri: Manole; 2005.
- 4 Davis DS, Ashby PE, McCale KL, McQuain JA, Wine JM. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):27-32.
- 5 Gleim GW, McHugh MP. Flexibility and its effects on sports injury and performance. *J Strength Cond Res.* 1997;24(5):289-99.

Referências (cont.)

- 6 Fasen JM, O' Connor AM, Schwartz SL, Watson JO, Plastaras CT, Garvan CW, et al. A randomized controlled trial of hamstring stretching: comparison of four techniques. *J Strength Cond Res.* 2009;23(2):660-7.
- 7 Funk DC, Swank AM, Mikla BM, Fagan TA, Fan BK. Impact of prior exercise on hamstring flexibility: a comparison of proprioceptive neuromuscular facilitation and static stretching. *J Strength Cond Res.* 2003;17(3):489-92.
- 8 Chalmers G. Re-examination of the possible role of Golgi tendon organ and muscle spindle reflexes in proprioceptive neuromuscular facilitation muscle stretching. *Sports Biomech.* 2004;3(1):159-83.
- 9 Sharman MJ, Cresswell AG, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: mechanisms and clinical implications. *Sports Med.* 2006;36(11):929-39.
- 10 Burke DG, Culligan CJ, Holt LE. The theoretical basis of proprioceptive neuromuscular facilitation. *J Strength Cond Res.* 2000;14(4):496-500.
- 11 Young WB. The use of static stretching in warm-up for training and competition. *Int J Sports Physiol Perform.* 2007;2(2):212-6.
- 12 Costa PB, Ryan ED, Herda TJ, DeFreitas JM, Beck TW, Cramer JT. Effects of stretching on peak torque and the H:Q ratio. *Int J Sports Med.* 2009;30(1):60-5.
- 13 Cramer JT, Housh TJ, Weir JP, Johnson GO, Coburn JW, Beck TW. The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. *Eur J Appl Physiol.* 2005;93(5-6):530-9.
- 14 Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train.* 2005;40(2):94-103.
- 15 Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML, McLachlan KA, Coutts AJ. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on stiffness and force-producing characteristics of the ankle in active women. *J Strength Cond Res.* 2007;21(2):572-7.
- 16 Behm DG, Button DC, Butt JC. Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2001;26(3):262-72.
- 17 LaRoche DP, Lussier MV, Roy SJ. Chronic stretching and voluntary muscle force. *J Strength Cond Res.* 2008;22(2):589-96.
- 18 Rubini EC, Costa AL, Gomes PS. The effects of stretching on strength performance. *Sports Med.* 2007;37(3):213-24.
- 19 Coutinho EL, Gomes ARS, França CN, Oishi J, Salvini TF. Effect of passive stretching on the immobilized soleus muscle fiber morphology. *Braz J Med Biol Res.* 2004;37(12):1853-61.
- 20 Chaves CPG, Simão R, Araújo CGS. Ausência de variação da flexibilidade durante o ciclo menstrual em universitárias. *Rev Bras Med Esporte.* 2002;8(6):212-8.
- 21 Carvalho T, Nóbrega AC, Lazzoli JK, Magni JR, Rezende L, Drummond FA, et al. Posição oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: atividade física e saúde. *Rev Bras Med Esporte.* 1996;2(4):79-81.
- 22 Magee DJ. Avaliação musculoesquelética. 4a ed. Barueri: Manole; 2005.
- 23 Santos A. Diagnóstico clínico postural: um guia prático. São Paulo: Summus; 2001.
- 24 Kannus P. Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *Int J Sports Med.* 1994;15(1):11-8.
- 25 Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF: facilitação neuromuscular proprioceptiva: um guia ilustrado. São Paulo: Manole; 2007.
- 26 Guissard N, Duchateau J. Neural aspects of muscle stretching. *Exerc Sport Sci Rev.* 2006;34(4):154-8.
- 27 Ryan ED, Beck TW, Herda TJ, Hull HR, Hartman MJ, Costa PB, et al. The time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(10):632-9.
- 28 Siatras TA, Mittas VP, Mameletzi DN, Vamvakoudis EA. The duration of the inhibitory effects with static stretching on quadriceps peak torque production. *J Strength Cond Res.* 2008;22(1):40-6.
- 29 Yuktasir B, Kaya F. Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *J Bodyw Mov Ther.* 2009;13(1):11-21