

Influência do alongamento muscular e da mobilização neural sobre a força do músculo quadríceps

Influence of muscle stretching and neural mobilization on the quadriceps muscle strength

Rauena Souto Diogo Lopes¹; Paulo Roxo Barja²; Ludmilla Karen Brandão Lima De Matos³; Felipe Da Fonseca Delmondes⁴; Pablo Francisco Diogo Lopes⁵; Klaus Avelino Santos e Silva⁶; Mario Oliveira Lima⁷

¹Fisioterapeuta, Mestranda em Fisioterapia – Minter – Facid/Univap, Docente do curso de Fisioterapia – FSA, Teresina, PI – Brasil.

²Físico, Doutor em Física – Unicamp, Docente da graduação e pós-graduação *Lato Sensu e Stricto Sensu* – Univap, São José dos Campos, SP – Brasil.

³Fisioterapeuta, Mestranda Fisioterapia – Minter – Facid/Univap, Docente do curso de Fisioterapia – Facid, Teresina, PI – Brasil.

⁴Fisioterapeuta – Facid, Teresina, PI – Brasil.

⁵Acadêmico em Medicina – Novafapi, Teresina, PI – Brasil.

⁶Fisioterapeuta e Tecnólogo em Radiologia, Docente do curso de Tecnologia em Radiologia – Novaunes, Teresina, PI – Brasil.

⁷Fisioterapeuta, Doutor em Engenharia Biomédica – Univap, Docente da graduação e pós-graduação *Lato Sensu e Stricto Sensu* – Univap, São José dos Campos, SP – Brasil.

Endereço para correspondência

Rauena Souto Diogo Lopes
R. Anfriso Lobão, 1191. Apto. 802
64049-280 – Teresina – PI [Brasil]
rauenasouto@yahoo.com.br

Resumo

Introdução: A mobilização neural e o alongamento muscular estático têm o objetivo de promover a amplitude de movimento. **Objetivo:** Comparar a influência do alongamento muscular e da mobilização neural na força isométrica de quadríceps. **Metodologia:** Participaram 39 voluntários, gênero masculino, entre 18 e 27 anos. Foram divididos aleatoriamente em três grupos com 13 indivíduos cada. Um grupo submetido ao alongamento estático de 30 segundos (GAE), um à mobilização neural (GMN) e um grupo controle (GC) que não fez nenhuma intervenção. O nível de significância estatística adotado foi $p \leq 0,05$. **Resultados:** Houve melhora significativa da força muscular no GMN e diferença importante na força antes e após os atendimentos, comparando-se o grupo movimentação neural com o alongamento e com o controle. **Conclusões:** A mobilização neural foi efetiva para aumentar a força muscular de quadríceps e após a realização do alongamento estático houve redução da força.

Descritores: Eletromiografia; Exercícios de alongamento muscular; Flexibilidade; Força muscular.

Abstract

Introduction: The neural mobilization and stretching static aim to promote range of motion. **Objective:** To compare the influence of muscle stretching and neural mobilization in isometric strength of quadriceps. **Methods:** Thirty-nine patients, male, between 18 and 27 years old were selected. They were divided randomly into three groups with 13 individuals each. The group subjected to static stretch for 30 seconds (SSG), the group submitted to neural mobilization (NMG) and the control group (CG) who made no intervention. The level of significance was $p \leq 0.05$. **Results:** We observed a significant improvement in muscle strength, and an important difference in strength before and after the sessions, comparing the NMG with the SSG and with the CG. **Conclusions:** The neural mobilization was effective to increase quadriceps strength, and after the static stretching the force decreased.

Key words: Electromyography; Flexibility; Muscle strength; Muscle stretching exercise.

Introdução

O alongamento muscular é comumente utilizado na prática esportiva e na clínica. É aconselhado em diversos manuais de uso profissional e guias para a população em geral, consistindo em uma técnica que apresenta indicação para tratamento de várias disfunções neuromusculoesqueléticas e como intervenção realizada antes e/ou após exercícios, sendo incluso, até mesmo, em testes de aptidão física.

Quando se trata do processo de aquecimento ou preparo músculo-articular, há que se considerar a sua importante função como mediador de inúmeras adaptações agudas às quais o sistema musculoesquelético terá de responder em um curto espaço de tempo frente à sobrecarga que lhe será imposta¹.

O propósito primordial do trabalho de aquecimento é promover um aumento da temperatura central do corpo que melhora o desempenho biomecânico do sistema motor².

Nesse contexto, além dos exercícios aeróbicos, a inclusão de exercícios de alongamento durante o trabalho de aquecimento tornou-se prática corrente por parte de muitos atletas e praticantes de atividades físicas^{3, 4}.

É comum esportistas realizarem alongamento muscular antes do exercício ou treino com o objetivo de aquecimento ou prevenir lesão. No entanto, alguns estudos levantaram dúvidas sobre a eficiência de tal procedimento com esse objetivo⁵.

Os alongamentos são exercícios voltados para o aumento da flexibilidade muscular, que promovem o estiramento das fibras musculares, fazendo com que elas aumentem o seu comprimento⁶, o principal efeito dos alongamentos é o aumento da flexibilidade, que é a maior amplitude de movimento possível de uma determinada articulação.

Diversos profissionais envolvidos no treinamento e na reabilitação de atletas indicam a realização de alongamento antes de uma competição ou exercício físico, pois se acredita haver um aumento do desempenho atlético, e/ou re-

dução do risco de lesão do aparelho osteomio-articular^{7, 4}.

Além do alongamento muscular, a Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP), o flexionamento e a mobilização neural são intervenções que têm a função de ampliar a mobilidade dos tecidos moles e, consequentemente, a amplitude de movimento; porém, existe ainda uma necessidade de aprofundar e aperfeiçoar os conhecimentos científicos dos mecanismos e eficácia desses métodos^{8, 9}.

A técnica de mobilização neural promove facilidade na realização do movimento e a elasticidade do sistema nervoso, gerando e aperfeiçoando suas funções normais, com consequente aumento da amplitude. Essa modalidade de intervenção parte do pressuposto de que se houver uma alteração da mecânica ou da fisiologia do sistema neural, pode ocorrer disfunção no próprio sistema nervoso ou em estruturas¹⁰.

Recentemente, o alongamento muscular realizado antes do exercício vem promovendo controvérsias no meio científico, em relação aos benefícios promovidos, no que se refere ao desempenho muscular. Nessa linha de investigação, as pesquisas têm observado uma propensão na diminuição da força muscular como consequência do alongamento agudo^{1, 11}. Já em relação à mobilização neural não há evidências de sua influência na força muscular.

Dada a importância do assunto e às dúvidas existentes, nesta pesquisa, objetivou-se avaliar o efeito agudo do alongamento muscular e da mobilização neural sobre a força do músculo quadríceps.

Materiais e métodos

Participaram voluntariamente do estudo 39 indivíduos, do gênero masculino, adultos jovens saudáveis e sedentários e que não apresentavam patologia osteomioarticular, neurodegenerativa ou infecciosa. Todos os participantes foram inicialmente esclarecidos sobre os procedimentos do experimento e assinaram

um termo de consentimento livre e esclarecido, conforme as Normas de Realização de Pesquisas com Seres Humanos, Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas (FACIME), sob o nº 145/09.

Os sujeitos da pesquisa foram divididos aleatoriamente em três grupos, de 13 participantes cada, assim denominados: Grupo do Alongamento Estático (GAE), Grupo de Mobilização Neural (GMN) e Grupo Controle (GC).

Todos os procedimentos foram realizados pelo mesmo avaliador. Foram realizados a anamnese e o exame físico para inclusão dos participantes, bem como avaliação da força isométrica durante a contração isométrica voluntária máxima (CVIM), antes e depois do alongamento muscular e da mobilização neural.

Para a realização desse teste de força, o indivíduo foi posicionado sentado em uma cadeira extensora com as costas apoiadas, joelhos fletidos a 90°, com tiras de estabilização abdominal. O transdutor de força estava acoplado à cadeira extensora, limitando o movimento de extensão do joelho. Era então solicitado que os participantes realizassem a tentativa de extensão do joelho, realizando a maior força isométrica possível.

Após esse teste de força inicial, o GAE foi submetido a alongamento do músculo quadríceps por 30 segundos, tempo marcado por meio de cronômetro. O procedimento foi repetido três vezes, com intervalo de 10 segundos entre uma repetição e outra.

O GMN foi submetido à mobilização neural correspondente ao músculo quadríceps por um minuto, que corresponde a 20 oscilações. Os participantes do grupo controle não foram submetidos ao procedimento de alongamento, apenas avaliados e reavaliados.

Imediatamente após essas intervenções, foi realizada a segunda coleta da força isométrica máxima do músculo quadríceps, utilizando exatamente a metodologia acima descrita, na avaliação inicial.

Para aquisição dos sinais de força durante a CVIM, utilizo-se um transdutor de força de 100N EMG System do Brasil conectado a um computador positivo Mobile w98 e a um eletromiógrafo EMG System, de quatro canais, com eletrodos superficiais bipolares ativos (pré-amplificado), com software de aquisição e processamento de sinais. A frequência de amostragem do eletromiógrafo foi 2000 Hz, amplificação de 1.000 vezes, filtro passa-alta de 20 Hz e passa-baixa de 500 Hz, conversor analógico de 12 bits.

Análise estatística

Para análise estatística dos dados, utilizo-se o software BioEstat 5.0. Inicialmente, foi realizada a estatística descritiva (representada pelos valores: mínimo, máximo, média aritmética, desvio-padrão e erro-padrão). Em seguida, para verificar a normalidade dos dados, foram utilizados os testes de valores extremos e de normalidade D'Agostino. Como todos os dados apresentaram um padrão de distribuição normal, para analisar as variáveis, usou-se o teste "t" Student pareado, na análise de duas amostras relacionadas (intragrupo) e o teste t não pareado para duas amostras independentes (intergrupos). O nível de significância estatística adotado foi 5% ($p \leq 0,05$).

Resultados

Na comparação da idade e do Índice de Massa corpórea (IMC), a composição do grupo apresentou os seguintes valores: GAE (Idade=23,2±2,9 anos; IMC=23,0 ±3,0), GMN (Idade=21,2±2,4 anos; IMC=21,8±2,3) e GC (Idade=21,9±2,5 anos; IMC=21,6±2,6).

A Figura 1 apresenta o *Box-plot* relativo à média e um erro-padrão do parâmetro Força, referente à comparação antes e depois dos atendimentos do grupo de mobilização neural (GMN), do grupo de alongamento estático (GAE) e do grupo controle (GC) e o valor p (bilateral) referente à comparação das médias.

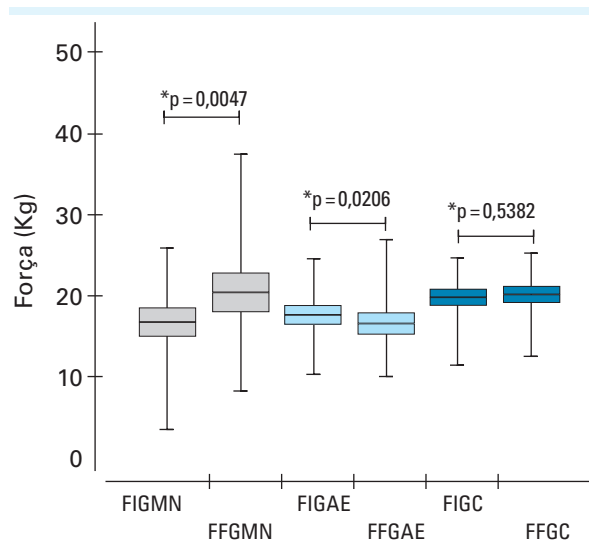


Figura 1: Média e erro-padrão do parâmetro força dos grupos GMN, GAE e GC
 FIGMN (Força inicial do Grupo de Mobilização Neural); FFGMN (Força final do Grupo de Mobilização Neural); FIGAE (Força inicial do Grupo de Alongamento Estático); FFGAE (Força final do Grupo de Alongamento Estático); FIGC (Força inicial do Grupo Controle) e FFGC (Força final do Grupo Controle)
 * Indica diferença significativa

Os resultados obtidos mostram diferença significativa ($p_{\text{bilateral}} = 0,0047$ e $p_{\text{bilateral}} = 0,0206$, utilizando-se o teste t), quando se compara a força antes e depois dos atendimentos do GMN e GAE. Em contrapartida, não houve diferença significativa ($p_{\text{bilateral}} = 0,5382$, usando-se o teste t), quando foi comparada a força do GC.

A Figura 2 apresenta o *Box-plot* relativo à média e erro-padrão do parâmetro força expressa pela diferença da força antes e depois do grupo de mobilização neural (GMN), do grupo de alongamento estático (GAE) e do controle (GC).

De acordo com a Figura 2, houve diferença significativa ($p_{\text{bilateral}} = 0,0140$, utilizando-se o teste "t" Student pareado, comparando-se as diferenças dos valores da força antes e depois dos atendimentos, do grupo de mobilização neural com o controle, assim como o grupo de alongamento teve diferença significativa quando comparado ao controle ($p_{\text{bilateral}} = 0,0252$, usando o esse mesmo teste. Também foi considerada diferença significativa na relação força, quando

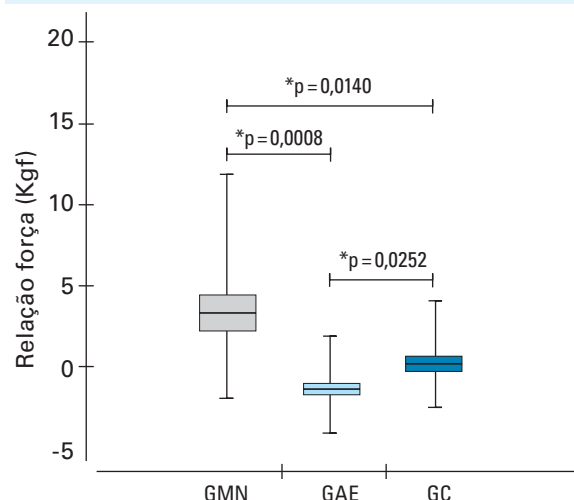


Figura 2: Média e erro-padrão do parâmetro força expressa pela diferença da força antes e depois dos grupos mobilização neural (GMN), alongamento estático (GAE) e controle (GC)

comparado o grupo de alongamento com o de mobilização neural com $p_{\text{bilateral}} = 0,0008$, utilizando-se o teste "t" Student pareado.

Discussão

O objetivo neste estudo foi comparar o efeito agudo do alongamento muscular e da mobilização neural na força muscular de quadríceps. Os resultados mostraram diminuição da força significativa, após a o alongamento, e aumento da força, depois da mobilização neural.

Uma das técnicas mais utilizadas no âmbito fisioterapêutico para ganhar amplitude de movimento e dar mobilidade adequada aos tecidos, prevenindo assim lesões recentes e recidivas, é justamente o alongamento¹². Entretanto, outros autores vêm mostrando em seus estudos que o alongamento tem um efeito negativo na força muscular^{7, 13, 14}.

O resultado desta pesquisa corrobora os resultados de outros autores que avaliaram força e atividade muscular após o alongamento^{4, 11, 14, 15, 16, 17, 18}.

Em um estudo foi analisada a ativação muscular após a realização de alongamento

estático e alongamento por facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP). Esse trabalho foi realizado com 19 indivíduos ativos e saudáveis, e baseou-se num protocolo de alongamento de quatro séries, de quatro tipos diferentes desse exercício, cada um com 30 segundos de duração. A avaliação foi dinâmica por meio da dinamometria isocinética com velocidades de $60^\circ \cdot s^{-1}$ e $300^\circ \cdot s^{-1}$, na qual os músculos reto femoral e vasto lateral foram avaliados e teve como resultado redução da atividade eletromiográfica e força em ambos os músculos nas mesmas velocidades⁴.

Outra pesquisa avaliou 21 indivíduos jovens e ativos e os resultados mostraram que a atividade eletromiográfica dos músculos reto femoral e vasto lateral foi reduzida de forma significativa, após o alongamento estático agudo¹⁸.

Seguindo a mesma linha, diversos autores concluíram em seus estudos que a diminuição da força muscular estaria associada à redução no recrutamento de unidades motoras, ativação dos órgãos tendinosos de Golgi (OTG) e contribuição dos nociceptores¹⁵. O tempo prolongado de alongamento determina acomodação das fibras, de forma a comprometer a transmissão de mensagens motoras, ocasionando deformação nos componentes plásticos musculares e redução do tônus muscular. Adicionalmente aos mecanismos neurais, questões mecânicas estariam envolvidas nesses achados, em que modificações na relação comprimento-tensão com alteração da sobreposição fisiológica entre os filamentos de actina e miosina já foram demonstrados^{19, 15, 16, 20}.

Com um protocolo de alongamento semelhante ao deste trabalho, porém utilizando os músculos ísquios tibiais, no estudo de Laur et al.²¹, é relatado que mesmo protocolos curtos desse tipo de exercício (três repetições de 20 segundos cada, com volume total de um minuto) podem ser negativos não apenas para a força, mas também para a resistência muscular, além de poderem desencadear repercussões negativas em relação à tolerância muscular à fadiga.

A mobilização do sistema nervoso tem sido abordada nos últimos vinte anos com o

objetivo terapêutico, especialmente para manutenção, aumento da amplitude de movimento e alívio de dor. Recentemente, a técnica vem sendo utilizada também com o objetivo de diagnóstico, avaliando as mais diversas patologias que acometem as raízes nervosas²². Embora existam publicações com os mais diversos objetivos com a técnica de mobilização neural²³, o número de artigos e publicações a respeito do tema correlacionado à força muscular ainda é considerado insuficiente nas bases de dados de pesquisas científicas.

Com o intuito de observar o efeito da mobilização neural na amplitude de movimento de flexão de quadril, Jesus²⁴ realizou mobilização neural de nervo ciático em dois grupos, um grupo com tensão neural adversa, e outro, sadio. Dessa forma, observou que em 94% dos participantes houve aumento da ADM, não existindo diferença significativa do aumento entre ambos.

No estudo de Santos e Domingues²⁵, foram avaliados dez participantes pelo teste de elevação da perna estendida. Em seguida, realizou-se a mobilização neural uma vez por dia, durante quatro dias seguidos, em um tempo total de duas semanas, perfazendo oito atendimentos ao todo, o tempo de mobilização foi de um minuto, sendo repetidas por cinco vezes em cada atendimento em ambas as pernas, e, posteriormente, reavaliou com o teste de elevação da perna estendida. Como resultado desse estudo, foi verificado que a mobilização neural aumentou em média 22,5% da ADM para o movimento de flexão de quadril.

Na pesquisa de Fonteque et al.²⁶, que teve como objetivo verificar a eficácia da mobilização do sistema nervoso e do alongamento passivo para ganho de ADM em flexão de quadril, foi observado que ambas as técnicas aumentavam a ADM para flexão de quadril. E concluíram dizendo que na comparação das duas técnicas, a maior eficácia foi da mobilização neural no ganho de amplitude de movimento do quadril em relação ao alongamento passivo. Relataram que isso, em parte, comprova que não existe uma alteração ortopédica sem que haja várias estruturas envolvidas, como no caso

a influência do sistema nervoso. E sugeriram que novos trabalhos fossem feitos para novas comprovações científicas.

Em outra pesquisa experimental com ratos, Bertoloni et al.²⁷ objetivaram verificar a eficácia da mobilização neural e do alongamento estático na redução de desconforto em ratos submetidos à ciática provocada por esmagamento com fio de Catgut. Para isso, os autores dividiram a amostra em três grupos, um grupo sem intervenção (GS), um em que se realizou alongamento estático (GAL), e um em que se aplicou a mobilização neural (GMN). Avaliou-se a dor pelo teste de incapacidade funcional que mensurava o tempo de elevação da pata (TEP) do animal, e valores maiores que dez segundos eram indicativos de desconforto. O estudo concluiu que as duas formas de terapia foram eficazes na redução da dor, sendo a mobilização neural mais efetiva para seu controle.

Na pesquisa de Smaniotto e Fonteque²⁸, foi proposta a técnica de mobilização neural com o objetivo de avaliar o ganho na amplitude de movimento da flexão do quadril, sendo obtido aumento significativo.

Neste trabalho, foi identificado que a mobilização neural causou aumento da força muscular de quadríceps. Esse achado é justificável, pois, a mobilização neural proporciona a facilitação do movimento do fluxo axoplasmático, melhorando a saúde do tecido muscular inervado pela estrutura mobilizada, potencializando a atividade muscular⁹.

Conclusão

Pode-se afirmar com este estudo que o alongamento muscular acarretou déficit de força muscular e a mobilização neural levou a um aprimoramento dessa força. Acredita-se que as evidências levantadas aqui poderão servir de base para que profissionais que prescrevem exercícios revejam suas práticas quanto à indicação de alongamentos antes das sessões de treinamento que exijam força, e considerem a

utilização da mobilização neural como o melhor método aplicável.

Por fim, sugere-se a realização de pesquisas adicionais envolvendo a mobilização neural para que se possa afirmar com mais clareza quais os benefícios e malefícios dessa técnica, e por quais mecanismos ela atua.

Referências

1. Zakas A, Dogani G, Galazoulas C, Vamvakoudis E. Effect acute stretching duration on isokinetic peak torque in pubescent soccer players. *Pediatr Exerc Sci*. 2006;18:252-61.
2. Enoka RM. Bases neuromecânicas da cinesiologia. São Paulo: Manole; 2005.
3. Kokkonen J, Nelson AG, Cornwell A. Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res Q Exerc Sport*. 1998;69:411-15.
4. 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.
5. Almeida PHF, Barandalize D, Ribas DIR, Gallon D, Macedo ACB, Gomes ARS. Alongamento muscular: suas implicações na performance e na prevenção de lesões. *Rev Fisioter Mov*. 2009;22(3):335-43.
6. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of static of stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *J Orthop Sports Phys Ther*, Alexandria.1998;27(4):295-300.
7. Shrier I. Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clin J. Sport Med*. 2004;14:267-73.
8. Dantas EHM. Alongamento e flexionamento. Rio de Janeiro: Shape; 2005.
9. Butler DS. Mobilização do sistema nervoso. São Paulo: Manole; 2003.
10. Shacklock M. Improviment application of neurodynamic (neural tesion) testing and treatments: a message to researchers and clinicians. *Manual therapy Scotland*. 2005;10(3):175-9.

11. Cramer JT, Housh TJ, Coburn JW, Beck TW, Jonhson GO. Acute effects of static stretching on maximal eccentric torque production in women. *J Strength Cond Res.* 2006;20(2):353-58.
12. Kisner C, Colby LA. Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas. Barueri: Manole; 2009.
13. Ramos GV, Santos RR, Gonçalves A. The effect of stretching on muscle strength: a short review of possible causes. *Rev Bras Cineantropom. Desempenho Hum.* 2007;9(2):203-06.
14. Cornwell A, Nelson AG, Sidaway B. Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *Eur J Applied Physiol.* 2002;86:428-34.
15. Fowles JR, Sale DG, Macdougall JD. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol.* 2000;89:1179-88.
16. Avela J, Finni T, Liikavainio T, Niemelä E, Komi V. Neural and mechanical responses of the triceps surae muscle group after 1h of repeated fast passive stretches. *J Appl Physiol.* 2004;96:2325-32.
17. Weir DE, Tingley J, Elder GCB. Acute passive stretching alters the mechanical properties of human plantar flexors and optimal angle for maximal voluntary contraction. *Eur J Appl Phys;* 2004.
18. 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;93:530-39.
19. Achour AJ. Exercícios de alongamento: anatomia e fisiologia. São Paulo: Manole; 2006.
20. Brandenburg JP. Duration of stretch does not influence the degree of force loss following static stretching. *J Sports Med Phys Fitness.* 2006;46(4):526-34.
21. Laur DJ, Anderson T, Geddes G, Crandall A, Pincivero DM. The effects of acute stretching on hamstring muscle fatigue and perceived exertion. *J Sports Sci.* 2003;21(1):163-70.
22. Junior HFO, Teixeira AH. Mobilização do sistema nervoso: avaliação e tratamento. *Fisioterapia em Movimento.* 2007;20(3):41-53.
23. Coppieters MW, Kurz K, Mortensen TE, Richards NL, Skaret IA, McLaughlin LM, Hodges PW. The impact of neurodynamic testing on the perception of experimentally induced muscle pain. *Man Ther.* 2005;10:52-60.
24. Jesus CS. A mobilização do sistema nervoso e seus efeitos no alongamento da musculatura ísquio-tibial. *Ter Man.* 2004;2(4):162-5.
25. Santos CF, Domingues CA. Avaliação pré e pós mobilização neural para ganho de ADM em flexão do quadril por meio do alongamento dos ísquios tibiais. *ConScientiae Saúde.* 2008;7(4):487-95.
26. Fontequ MA, Petry CO, Salgado ASI, Pachecom TT. Estudo da eficácia da mobilização do sistema nervoso e do alongamento passivo para ganho de amplitude de movimento de flexão de quadril. IX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e V Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba; 2008.
27. Bertolini GRF, Silva TS, Trindade DL, Ciena AP, Carvalho AR. Neural mobilization and static stretching in an experimental sciatica model – an experimental study. *Rev Bras Fisioter.* 2009;13(6):493-8.
28. Smaniotto ICG, Fontequ MA. A influência da mobilização do sistema nervoso na amplitude de movimento da flexão do quadril. *Ter Man.* 2004;2(4):154-7.