

O alongamento facilitador neuromuscular proprioceptivo aumenta o duplo produto e reduz o aporte de oxigênio

The proprioceptive neuromuscular facilitator stretching increases the dual product and reduces the oxygen supply in young athletes

COSTA e SILVA G, DI MAISI F, CONCEIÇÃO RR, RODRIGUES NETO G, SILVEIRA ALB. O alongamento facilitador neuromuscular proprioceptivo aumenta o duplo produto e reduz o aporte de oxigênio. **R. bras. Ci. e Mov** 2016;24(3):53-61.

Gabriel Costa e Silva¹
Fabrício Di Maisi¹
Rodrigo R. da Conceição²
Gabriel Rodrigues Neto³
Anderson L. Bezerra da Silveira¹

¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

²Universidade Federal de São Paulo

³Universidade Federal da Paraíba

RESUMO: O presente estudo verificou o efeito agudo do método de alongamento facilitador neuroproprioceptivo sobre a pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD), duplo produto (DP) e saturação de oxigênio (SpO₂) em mulheres atletas de natação e nado sincronizado. Os sujeitos (N=12) foram alocados aleatoriamente em uma situação experimental de alongamento por facilitação neuromuscular proprioceptiva (SFNP) e outra de controle (CTRL): SFNP (2 séries de 30s de alongamento FNP para musculatura do peitoral e bíceps, com 15s de intervalo e 6 segundos de contração isométrica) e CTRL (repouso absoluto). Vinte minutos antes e imediatamente após as situações experimentais e de controle, os sujeitos tiveram valores de FC, PAS, PAD, DP e SpO₂ mensurados. Embora o alongamento não tenha alterado significativamente ($p>0,05$) as respostas de PAS e PAD, os resultados demonstraram diferenças significativas no DP ($p<0,022$) e SpO₂ ($p<0,001$) entre a SFNP e CTRL. Portanto, conclui-se que a realização de alongamentos por FNP agudamente, é capaz de aumentar o DP e diminuir o aporte de oxigênio muscular.

Palavras-chave: Dessaturação de oxigênio, pressão arterial; Sistema cardiovascular; Alongamento muscular.

ABSTRACT: The present study verified the acute effect of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching method on systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), rate pressure product (RPP) and oxygen saturation (SpO₂) in women athletes from swimming and synchronized swimming. The subjects (N=12) were randomly allocated in one experimental situation of stretching proprioceptive neuromuscular facilitator (PNFS) and other control (CTRL): PNFS (2 sets of 30s from proprioceptive neuromuscular facilitation stretching for the pectoral and biceps muscles, with 15s interval and 6s of isometric contraction) and CTRL (absolute rest). Twenty minutes before and immediately after the experimental and control situations, the subjects had SBP, DBP, RPP and SpO₂ measured. Despite the stretching has not significantly changed ($p>0.05$) the SBP and DBP responses. However, the results between PNFS and CTRL showed significant differences on RPP ($p<0.022$) and SpO₂ ($p<0.001$). Therefore, it is concluded the PNFS stretching may increase DP, and reducing the oxygen supply to the muscles.

Key Words: Oxygen desaturation; Blood pressure; Cardiovascular system and muscle stretching.

Introdução

Segundo o *American College of Sports Medicine*¹, a flexibilidade é componente indispensável para boa aptidão física e saúde. Assim, treinadores e pesquisadores apontam que os exercícios de alongamento muscular deveriam estar quase que obrigatoriamente inseridos em programas de treinamento. Normalmente, alongamentos musculares são realizados de forma prévia aos exercícios principais²⁴.

Entretanto, existem estudos que contraindicam o uso de alongamentos antes de atividades que realizem contração muscular intensa⁵⁷. Visto que diversos experimentos relatam a capacidade do alongamento em reduzir o desempenho esportivo^{2,810}. Modificações neurais e estruturais podem ocorrer em virtude do estiramento muscular⁵. E de acordo com McCully¹¹ e Costa e Silva *et al.*¹², as alterações estruturais provocadas pelo alongamento parecem ser capazes de prejudicar o aporte de oxigênio muscular.

Neste sentido, estudos demonstram que exercícios de alongamento muscular estático seriam capazes de reduzir o calibre dos vasos sanguíneos, levando a um aumento da pressão intravascular¹³¹⁴, diminuição do fluxo sanguíneo¹⁵¹⁶ e da saturação de oxigênio em musculaturas de membros inferiores¹¹ e membros superiores¹². De acordo com Lima *et al.*¹⁷, o alongamento estático também seria capaz de aumentar a sobrecarga cardíaca, aumentando a pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) e o duplo produto (DP) em homens não-atletas (21-29 anos) com baixos níveis de flexibilidade.

Entretanto, pôde ser verificado que na literatura atual, até o presente momento, o único estudo que verificou o efeito do alongamento facilitador neuroproprioceptivo (FNP) sobre a PAS, PAD e saturação de oxigênio (SpO₂) muscular em mulheres atletas foi o de Costa e Silva *et al.*¹². Embora os autores não tenham encontrado diferenças significativas na maioria das variáveis, eles observaram que a FNP pode reduzir o aporte de oxigênio. Contudo, Costa e Silva *et al.*¹² não levaram em consideração a importante variável DP. O DP tem grande valor prognóstico e sua utilização parece ser confiável para a prescrição e controle de intensidades em exercícios com uma melhor segurança cardiovascular, possuindo correlação com o consumo de oxigênio do miocárdio.

Neste contexto, além deste tipo de alongamento (por FNP) ser recomendado pelo ACSM¹ e ser bem difundido nos centros de reabilitação e de treinamento esportivo^{4,1820}, o presente estudo ganha em originalidade pois busca preencher lacunas da literatura no que tange ao comportamento e sobrecarga do sistema cardiovascular em função da realização de alongamento FNP em mulheres jovens atletas. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo verificar o efeito agudo do método de alongamento por FNP sobre a FC, PAS, PAD, DP e SpO₂ em mulheres atletas de natação e do nado sincronizado. Nossa hipótese sugere que o alongamento pelo método escolhido é capaz de modificar as respostas cardiovasculares agudas.

Materiais e Métodos

Amostra

O grupo amostral foi composto por 12 jovens atletas de atividades aquáticas (idade: 17,84 ± 4,21 anos; massa: 57,21 ± 2,24 Kg; altura: 165,56 ± 1,34 cm; IMC: 19,76 ± 3,74; frequência cardíaca (FC): 63 ± 10,8 bpm; PAS: 122,17±9,33 mmHg; PAD: 77,97±11,2 mmHg; SpO₂: 98,5 ± 2,03 %) federadas pela Federação Aquática do Estado do Rio de Janeiro (FARJ), praticantes da modalidade a pelo menos 5 anos, com experiência prévia em treinamento e com bons níveis de flexibilidade. Neste sentido, a avaliação da flexibilidade foi necessária para assegurar homogeneidade da amostra em relação ao alcance máximo de movimento articular (ROM). Portanto, a flexibilidade passiva máxima (flexão/extensão horizontal de ombro) foi medida por meio de um dispositivo angular portátil (Carci, Industry and Trade of Surgical Appliances and Orthopedic Ltda, Brazil).

Os critérios para exclusão adotados foram: ingestão de substâncias que continham álcool e/ou cafeína em até 24h antes dos testes, utilização de esmalte nas unhas, lesões ou qualquer limitação para o trabalho de flexibilidade, histórico de lesões em membros superiores, hiper ou hipomobilidade articular.

Após esclarecimentos fornecidos por exposição oral e escrita sobre os procedimentos inerentes ao estudo e baseado nas determinações institucionais da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, todos os indivíduos selecionados manifestaram formalmente a concordância em participar da pesquisa, por meio da assinatura do termo de participação livre e consentida. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo COMEP da UFRRJ com o nº de protocolo 183/2011.

Procedimentos e Delineamento Experimental

Os procedimentos de coleta de dados aconteceram em três visitas não consecutivas, sempre em mesmo horário. Na primeira visita foi realizada inicialmente uma avaliação, contendo anamnese e avaliação antropométrica, na qual foram mensurados massa corporal total, estatura e IMC. Em seguida, após 20 minutos de repouso, todos os sujeitos tiveram valores de FC, PAS, PAD e SPO₂ mensurados. Ainda na primeira visita, os sujeitos foram submetidos ao teste de familiarização dos exercícios de alongamento.

Na segunda visita, os sujeitos foram alocados aleatoriamente em duas situações: uma situação experimental de alongamento por facilitação neuromuscular proprioceptiva (SFNP) e outra de controle (CTRL). Os participantes da situação SFNP, após 20 minutos sentados em repouso, tiveram as seguintes variáveis medidas: FC, PAS, PAD, DP e SpO₂. Em seguida, foram submetidos a duas séries de alongamento por FNP para musculatura do peitoral e bíceps¹², com 15s de intervalo e 6s de contração isométrica seguida por 24s de sustentação¹. Imediatamente após os exercícios de alongamento aferiram-se novamente (duas vezes, valendo-se da média) os valores de FC, PAS, PAD, DP e SPO₂. As referidas variáveis foram medidas sempre imediatamente após o protocolo experimental, com prazo de 30 segundos após o término do alongamento, na qual foi demonstrada excelente reprodutibilidade entre os dois pontos de tempo de medição, com índices entre 0,90 e 0,99.

Ainda na segunda visita, os sujeitos da situação CTRL, após 20 minutos sentados em repouso, tiveram as mesmas variáveis mensuradas (FC, PAS, PAD, DP e SPO₂). Após 48h, foram realizados os mesmos procedimentos de maneira inversa. Ou seja, as medidas foram realizadas antes e após 20 minutos de repouso, em seguida os sujeitos do CTRL realizaram os mesmos procedimentos da SFNP. Dessa forma, ao término dos procedimentos metodológicos, todos os sujeitos passaram pelas duas situações propostas. Durante os exercícios de alongamento, os sujeitos foram orientados a manter a respiração normal sem execução de manobra de Valsalva.

Os dados de FC foram coletados usando um relógio de monitoramento da frequência cardíaca (Polar, RS 800 XC, EUA). O eletrodo foi umedecido e colocado sobre o esterno na altura do processo xifoide. Para obtenção dos valores da saturação de oxigênio foi utilizado um oxímetro de pulso de dedo (*Nonin Onyx9500*, USA), que de acordo com Martin *et al.*²¹, os valores de pressão parcial de oxigênio por este método apresentam uma correlação significativa ($r=0,98$) entre a porcentagem de pressão parcial de oxigênio (SpO₂) e de oxihemoglobina (HbO₂) ($p<0,0001$). Já para a determinação da PA foi utilizado um esfigmomanômetro digital (*Omron HEM-742INT*, USA), conforme Costa e Silva *et al.*¹². O DP foi obtido a partir da multiplicação dos valores de frequência cardíaca pelos valores de pressão arterial sistólica, de acordo com a seguinte fórmula: $DP = FC \times PAS$. Todas as medidas foram realizadas com os sujeitos em pé, lançando mão de apoio fixo para os equipamentos de pressão arterial e saturação de oxigênio. As medidas foram realizadas usando membro dominante, exceto as medidas de saturação de oxigênio, com intuito de não impregnar os resultados pela interferência da ação do esfigmomanômetro.

Procedimentos Estatísticos

O teste *Shapiro-Wilk* demonstrou distribuição normal dos dados descritivos da amostra, sugerindo assim uma análise paramétrica. As análises foram feitas por meio do programa estatístico versão 17.0 (*GraphPad Prism 5.0 Inc.*, USA), utilizando test t de Student pareado para comparação entre as médias de FC, PAS, PAD, DP e SPO₂ entre as diferentes situações (SFNP vs. CTRL). O nível crítico de significância adotado foi $p < 0,05$.

Resultados

Embora o FNP não tenha alterado significativamente as respostas de FC [(CTRL = $88,4 \pm 10,3$ vs. FNP = $92,9 \pm 8,7$ bpm⁻¹); $p > 0,05$] (Figura 1), PAS [(CTRL = $104,7 \pm 10,61$ vs. SFNP = $106,1 \pm 11,18$ mmHg); $p > 0,05$] (Figura 2) e PAD [(CTRL = $67,4 \pm 12,88$ vs. SFNP = $69,8 \pm 11,64$ mmHg); $p > 0,05$] (Figura 3), os resultados demonstraram diferenças significativas nas variáveis DP [(CTRL = 9261 ± 1077 vs. SFNP = 9859 ± 1292); $p < 0,022$] (Figura 4) e SpO₂ [(CTRL = $97,8 \pm 0,79$ vs. SFNP = $92,2 \pm 3,87$ mmHg); $p < 0,001$] (Figura 5).

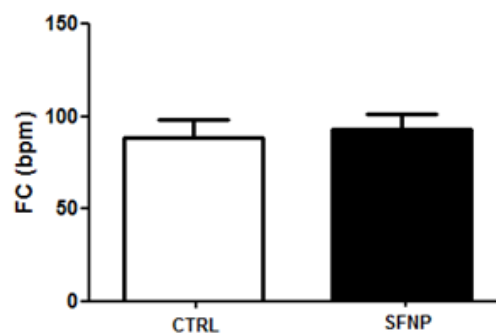


Figura 1. Comparação da resposta da frequência cardíaca (FC) entre as situações controle (CTRL) e alongamento facilitador neuroproprioceptivo (SFNP). Dados descritos como média $\pm$ desvio padrão.

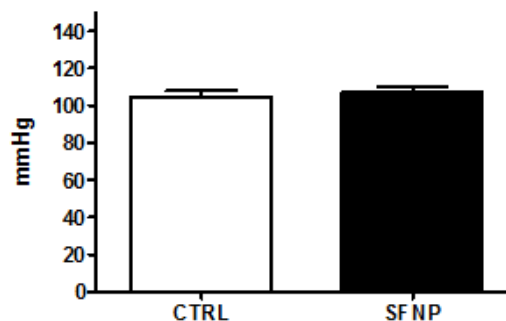


Figura 2. Comparação da resposta da pressão arterial sistólica (PAS) entre as situações controle (CTRL) e alongamento facilitador neuroproprioceptivo (SFNP). Dados descritos como média $\pm$ desvio padrão.

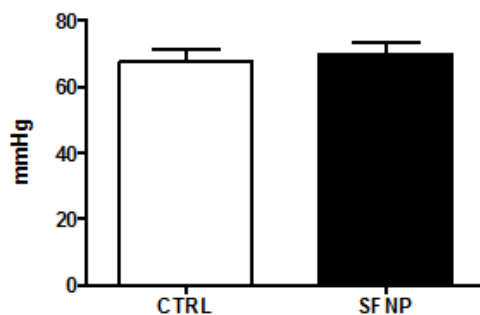


Figura 3. Comparação da resposta da pressão arterial diastólica (PAD) entre as situações controle (CTRL) e alongamento facilitador neuroproprioceptivo (SFNP). Dados descritos como média $\pm$ desvio padrão.

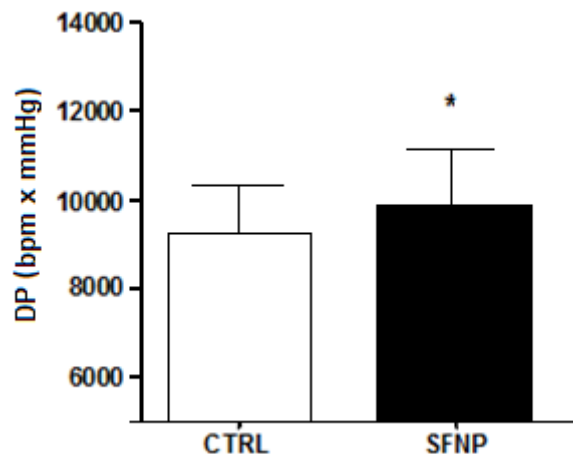


Figura 4. Comparação dos valores do duplo produto (DP) entre as situações controle (CTRL) e alongamento facilitador neuroprioceptivo (SFNP).
*CTRL vs. SFNP; $p < 0,05$. Dados descritos como média $\pm$ desvio padrão.

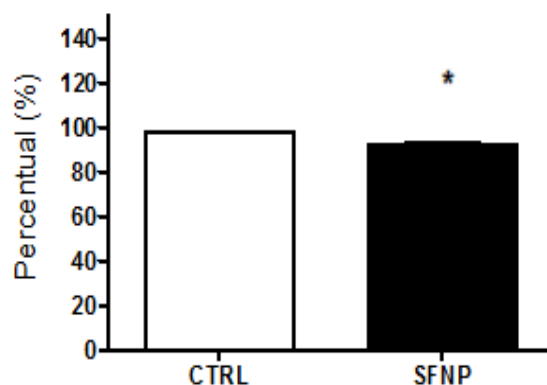


Figura 5. Comparação dos valores (média e desvio padrão) de saturação parcial de oxigênio (SpO_2) entre as situações controle (CTRL) e alongamento facilitador neuroprioceptivo (SFNP).
*CTRL vs. SFNP; $p < 0,05$. Dados descritos como média $\pm$ desvio padrão.

Discussão

O presente estudo verificou o efeito agudo do método de alongamento FNP sobre a FC, PAS, PAD, DP e o percentual de SpO_2 em mulheres federadas de atividades aquáticas. Nesta direção, nossos principais resultados demonstram que o alongamento foi capaz de aumentar o DP e diminuir significativamente os valores de SpO_2 . Analisando estes achados e observando as propriedades viscoelásticas e musculotendinosas dos tecidos biomateriais, verifica-se que o alongamento pode reduzir o calibre dos vasos sanguíneos¹⁶, o que pode promover uma oclusão sanguínea¹¹ e, conseqüentemente alterar significativamente a PA pós-alongamento^{13,14}.

Entretanto, mesmo os valores médios indicando aumento da pressão arterial pós-alongamento, o presente experimento não observou aumento significativo das respostas de FC, PAS e PAD pós-alongamento. Wang *et al.*²² sugerem que os exercícios em meio líquido sejam capazes de proporcionar bons níveis flexibilidade aos sujeitos praticantes. Neste sentido, estudos de perfil de nadadores apontam que os mesmos possuem boa flexibilidade²³. Portanto, talvez pelos bons níveis de flexibilidade das voluntárias atletas de natação e nado sincronizado, algumas respostas cardiovasculares (FC, PAS e PAD) não tenham se alterado estatisticamente após a SFNP. Szmigielska *et al.*²⁴ sugerem que os valores de pressão arterial se diferem em função dos níveis de condicionamento físico, podendo portanto atletas jovens apresentarem valores médios mais baixos que sujeitos aparentemente saudáveis, além disso, os

autores constataram após análise de regressões lineares multivariadas que meninas adolescentes possuem menores valores pressóricos quando comparadas aos meninos de mesma idade.

Nesta direção, assim como no presente estudo, Cornelius *et al.*¹³ não observaram alterações significativas na PAD após realização de alongamentos, sem controle da respiração, pelo método FNP. Contudo, os autores observaram significativo aumento da PAS. Para tal, os autores submeteram 60 sujeitos normotensos divididos em três grupos experimentais a exercícios de alongamento pelo método FNP (4-5 segundos de contração isométrica) e de acordo com o respectivo grupo, os valores foram anotados no início do estiramento, após a contração isométrica e ao término do estiramento subsequente. Segundo Farinatti *et al.*¹⁴ a respiração pode influenciar significativamente as respostas pressóricas agudas do alongamento muscular. Logo, além das diferentes amostras, no estudo de Cornelius *et al.*¹³, os voluntários podem ter realizado manobra de Valsava ou algo próximo disto, explicando assim o aumento agudo da PAS cujo presente estudo não encontrou.

Em contrapartida, Farinatti *et al.*¹⁴ sugerem que 4 séries de alongamento estático com 30 segundos de duração, até o ponto máximo de desconforto sejam capazes de aumentar significativamente a PAS de homens aparentemente saudáveis (n=22). Os autores postulam que tais respostas podem ter sido influenciadas por um mecanismo contrátil (reflexo miotático) gerado pelos fusos musculares. No estudo de Farinatti *et al.*¹⁴, a tensão muscular gerada pelo alongamento talvez tenha estimulado mecanorreceptores musculares e tendíneos²⁵²⁶.

Dessa forma, a ação dos fusos musculares associada ao alongamento até a máxima amplitude de movimento, possivelmente ocluiu os vasos sanguíneos, aumentando a PAS²⁷. Além disto, parece que a ativação das fibras do tipo III e metaborreceptores são capazes de causar inibição do ramo parassimpático do sistema nervoso autônomo e estimulação do quimiorreflexo, contribuindo assim para um aumento das respostas cardiovasculares de uma maneira geral²⁸²⁹. Todavia, tais respostas não se confirmaram no presente estudo, talvez, pois além das características da amostra, somente duas séries de alongamento não seja capaz de aumentar significativamente as respostas de FC, PAS e PAD. Em adição, talvez o fato importante para justificar o não aumento dos valores pressóricos seja a nossa impossibilidade metodológica de mensuração da pressão intra-arterial.

Lima *et al.*¹⁷, observaram que os exercícios de alongamento em músculos da cadeia oblíqua posterior, pelo método estático, aumentam a sobrecarga do coração, elevando a FC e o DP. Os autores submeteram 15 homens adultos e aparentemente saudáveis a situações de alongamento estático, com e sem a realização da manobra de Valsalva. Apesar dos autores observarem que a manobra de Valsalva intensificou as respostas, foi demonstrado aumento dos valores de FC, PAS, PAD e DP em ambas as situações. Portanto, o trabalho cardíaco parece aumentar em virtude dos exercícios de alongamento muscular. O alongamento gera uma menor ativação neural, associada à menor tensão muscular passiva (*stiffness*)³⁰, tornando o exercício subsequente mais intenso, o que pode causar uma compensação metabólica, marcada no presente estudo, pelo aumento significativo do DP.

Nesta direção, apesar da não diferença significativa, aparentemente a variável FC, observou-se que ela foi responsável pelo aumento estatístico do DP das jovens atletas pós-alongamento. Entretanto, parece oportuno apontar que o fato da amostra ser composta por adolescentes, atrelado ao ambiente e situação experimental, possa ter elevado os valores respostas da FC, pois mesmo após o cumprimento do tempo delimitado para repouso, os valores médios obtidos nas situações (CTRL e SFNP) foram bem maiores do que aqueles obtidos com intuito de caracterização amostral em visita anterior. A saturação de oxigênio também vem sendo alvo de estudos recentes, que buscam, dentre outros objetivos, gerar informações importantes à prescrição de exercícios para programas esportivos.

Costa e Silva *et al.*¹² demonstraram que o alongamento estático e o FNP para os músculos do peitoral e bíceps seriam capazes de diminuir a saturação de oxigênio muscular em mulheres atletas de atividades aquáticas, com magnitude dos efeitos similar, após utilização de ambos os métodos. Semelhantemente, os resultados se confirmam no

presente estudo, somando-se assim à literatura. Então, ao objetivar o tipo e volume de alongamento utilizado sobre a saturação de oxigênio, observa-se que de acordo com McCully¹¹, o qual analisou a saturação de oxigênio por meio de espectroscopia infravermelha em 14 sujeitos, aparentemente saudáveis e moderadamente ativos, após dez minutos de alongamento estático com estiramento muscular até o ponto de dor (5 em escala de 0-10), para músculos gastrocnêmios, quadríceps e isquiosurais, que o alongamento muscular pelo método estático foi capaz de reduzir significativamente os níveis de saturação de oxigênio muscular na musculatura dos gastrocnêmios e quadríceps.

Por outro lado, o presente estudo demonstrou que não só alongamentos estáticos com prolongados volumes de duração sejam capazes de gerar tal resposta, visto que apenas duas séries de alongamento pelo método FNP com 30 segundos de duração também foram capazes de diminuir significativamente a demanda de oxigênio para o músculo. Dessa forma, o alongamento pré-exercício se demonstra como prejudicial ao desempenho físico, entretanto alguns estudos sugerem benefícios para o ganho de força e hipertrofia oriundos de exercícios de força com restrição do fluxo sanguíneo³¹³³.

Pode-se perceber uma variedade imensa de protocolos de alongamento encontrados na literatura, desde o tempo de duração, método de aplicação até a musculatura escolhida. Sendo assim, o presente estudo aplicou os exercícios de alongamento nas musculaturas do peitoral e bíceps, pois são musculaturas bastante exigidas na natação e nado sincronizado, além facilitar a operacionalização metodológica em função da sensibilidade das indumentárias tecnológicas disponíveis. Contudo, existem outras musculaturas importantes que merecem destaque em estudos futuros, especialmente as de cadeia posterior, envolvendo alongamento de músculos como latíssimo do dorso, glúteos, dentre outros. Finalmente, assume-se como limitação metodológica o uso de instrumentos de medida indiretos que não são totalmente sensíveis às inferências intravasculares e às mudanças no abastecimento de oxigênio para musculaturas específicas, assim como a não mensuração de variáveis autonômicas, níveis hormonais e de agentes vasodilatadores.

Conclusões

Com base na amostra, conclui-se que o protocolo de FNP adotado no presente estudo apesar de não provocar mudanças significativas, de maneira aguda, sobre as respostas pressóricas, esse tipo de alongamento é capaz de aumentar o estresse cardíaco além de reduzir a pressão parcial de oxigênio o que limita a oferta de energia para a célula muscular, em mulheres atletas de atividades aquáticas.

Assim, os exercícios de alongamento muscular não devam ser recomendados previamente às atividades principais que requeiram performance, haja vista que além de estudos anteriores⁷⁹ demonstrarem prejuízo na performance de atividades que requeiram força, tais exercícios podem diminuir o aporte de oxigênio muscular. Adicionalmente, sugere-se o uso crítico dos exercícios de alongamento, especialmente em função dos objetivos propostos, considerando o possível aumento da sobrecarga do coração.

Considerando as perspectivas futuras no cenário científico brasileiro esportivo apontadas por Viveiros *et al.*³⁴, novos estudos envolvendo diferentes designs metodológicos, variadas amostras, grupos musculares e métodos de alongamento são sugeridos para extrapolação dos resultados.

Referências

1. American College of Sports Medicine. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. Special Communications. Med Sci Sports Exerc. 2011;1334-59.
2. Behm DG, Bradbury EE, Haynes AT *et al.* Flexibility is not related to stretch-induced deficit in force or power. J Sports Sci Med. 2006;5:33-42.

3. Nelson AG, Driscoll NM, Landin DK *et al.* Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *J Sports Sci.* 2005;23:449-54.
4. Gomes TM, Simão R, Marques MC *et al.* Acute effect of two different stretching methods on local muscular endurance. *J Strength Cond Res.* 2011;25:745-52.
5. Rubini EC, Costa ALL, Gomes PSC. The effects of stretching on strength performance. *Sports Med.* 2007;3:213-224.
6. Costa PB, Ryan ED, Herda TJ *et al.* Acute effects of stretching on peak torque and the hamstrings-to-quadriceps conventional and functional ratios. *Scand J Med Sci Sports.* 2013;23:38-45.
7. Costa e Silva GVL, Silveira ALB, Di Masi F *et al.* Efeito agudo do alongamento estático sobre a força muscular isométrica. *Conscientiae Saúde.* 2012;11:274-80.
8. Costa e Silva G, Silveira A, Novaes J *et al.* Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular stretching on sprint performance in male swimmers. *Med Sport.* 2014;67:119-128.
9. Costa e Silva G, Silveira A, Di Masi F *et al.* Acute effect of different stretching methods on isometric muscle strength. *Acta Scintiarum (Health Sciences).* 2014;36:51-57.
10. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111:2633-2651.
11. McCully KK. The influence of passive stretching on muscle oxygen saturation. *Adv Exp Med Biol.* 2010;307-22.
12. Costa e Silva G, Di Masi F, Paixão A, Bentes CM, Sá M, Miranda H, Simão R, Novaes J. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching and static stretching on cardiovascular responses. *J Exerc Physiol (online).* 2013;1:117125.
13. Cornelius WL, Jensen RL, Odell ME. Effects of PNF stretching phases on acute arterial blood pressure. *Can J Appl Physiol.* 1995;20:222-9.
14. Farinatti PTV, Soares PPS, Monteiro WD *et al.* Cardiovascular responses to passive static flexibility exercises are influenced by the stretched muscle mass and the Valsalva maneuver. *Clinics.* 2011;66:459-64.
15. Otsuki A, Fujita E, Ikegawa S, Kuno-Mizumura M. Muscle oxygenation and fascicle length during passive muscle stretching in ballet-trained subjects. *Int J Sport Med.* 2011;32:496-502.
16. Poole DC, Musch TI, Kindig CA. In vivo microvascular structural and functional consequences of muscle length changes. *Ame J Physiol.* 1997;272: 2107-2114.
17. Lima TP, Farinatti PT, Rubini EC, Silva EB, Monteiro WD. Hemodynamic responses during and after multiple sets of stretching exercises performed with and without the Valsalva maneuver. *Clinics.* 2015;70:333-338.
18. Cramer JT, Housh TJ, Jonhson GO *et al.* The acute effects of static stretching on peak torque in women. *J Strength Cond Res.* 2004;18:236-41.
19. Marek SM, Cramer JT, Fincher AL *et al.* Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athletic Train.* 2005;40:94-103.
20. Funk DC, Swank AM, Mihla BM, Fagan TA, Farr BK. Impact of prior exercise on hamstring flexibility: a comparison of proprioceptive neuromuscular facilitation and static stretching. *J Strength Cond Res.* 2003;17:489-492.
21. Martin D, Powers S, Ciccale M *et al.* Validity of pulse oximetry during exercise in elite endurance athletes. *J Appl Physiol.* 1992;72:455-68.
22. Wang TJ, Belza B, Elaine Thompson F *et al.* Effects of aquatic exercise on flexibility, strength and aerobic fitness in adults with osteoarthritis of hip or knee. *J Adv Nurse.* 2007;57:141-152. Fowles JR, Sale DG, Macdougall JD. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol.* 2000;89:1179-88.
23. Leone M, Lariviere G, Comtois AS. Discriminant analysis of anthropometric and biomotor variables among elite adolescent female athletes in four sports. *J Sports Sci.* 2002;20:443-49.
24. Szmigielska K, Szmigielska-Kaplon A, Jegier A. Blood pressure response to exercise in young athletes aged 10 to 18 years. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2016;41:41-8.
25. Coote JH, Bothams VF. Cardiac vagal control before, during and after exercise. *Exp Physiol.* 2001;8:811-15.
26. Kaufman MP, Hayes SG. The exercise pressor reflex. *Clin Autonomic Res.* 2002;12:429-39.
27. Hayes SG, Kinding AE, Kaufman MP. Comparison between the effect of static contraction and tendon stretch on the discharge of group III and IV muscle afferents. *J Appl Physiol.* 2005;99:1891-6.
28. Fisher JP, Bell MP, White MJ. Cardiovascular responses to human calf muscle stretching during varying levels of muscles metaboreflex activation. *Exp Physiol.* 2005;90:773-81.

29. Drew RC, Bell MP, White MJ. Modulation of spontaneous baroreflex control of heart rate and index of vagal tone by passive calf muscle stretching during graded metaboreflex activation in human. *J Appl Physiol*. 2008;104:716-23.
30. Fowles
31. Rodrigues Neto G, Sousa MSC, Costa e Silva G *et al*. Acute resistance exercise with blood flow restriction effects on heart rate, double product, oxygen saturation and perceived exertion. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2014. Epub 2014 Sep 26. doi: 10.1111/cpf.12193. PubMed PMID: 25257752
32. Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S *et al*. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J Appl Physiol*. 2000;88:61-65.
33. Takarada Y, Takazawa H, Sato Y *et al*. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol*. 2000;88:2097-2106.
34. Viveiros L, Moreira A, Bishop D *et al*. Ciência do Esporte no Brasil: reflexões sobre o desenvolvimento das pesquisas, o cenário atual e as perspectivas futuras. *Rev Bras Educ Fís Esp*. 2015;29:163-175.