

## EFEITO AGUDO DO ALONGAMENTO BALÍSTICO E AQUECIMENTO SOBRE O DESEMPENHO E RESPOSTA SIMPATO-VAGAL EM SPRINT DE 400 METROS

Raoni da Conceição dos Santos<sup>1,2</sup>; César Rafael Marins Costa<sup>2</sup>; Fabrizio Di Masi<sup>2</sup>; Anderson Luiz Bezerra da Silveira<sup>2</sup>.

### RESUMO

O alongamento é comumente utilizado como preparação para a atividade física. Estudos científicos recentes questionam a sua aplicação, visto que o alongamento demonstra vários detrimientos ao desempenho. Este estudo objetivou verificar se o alongamento balístico alcança as mesmas alterações sobre desempenho e variabilidade da frequência cardíaca (VFC) que um protocolo de aquecimento. A amostra no presente estudo foi constituída de 11 indivíduos saudáveis e destreinados (idade: 19±0,7 anos, peso: 75,7±9,9 kg; estatura: 179±4,4 cm; % de gordura: 11±0,04 %), os quais foram submetidos aos protocolos de testes, que consistiu em três visitas ao laboratório, onde efetuaram aleatoriamente apenas um dos protocolos experimentais em cada visita (alongamento balístico (AB), aquecimento (AQ) ou controle (CO)) e, imediatamente, após esses protocolos os sujeitos realizaram um *sprint* máximo de 400 metros. Os dados foram obtidos através do Polar RS800CX. A partir dos picos R-R selecionados foi avaliada a VFC no domínio do tempo e da frequência. A análise estatística utilizada foi *one-way* anova com o *post-hoc* de Tukey e o índice de significância adotado foi  $p \leq 0,05$ . Os principais resultados demonstraram que o tempo de corrida, velocidade média e velocidade máxima não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ). Já para a frequência cardíaca (FC) foi observado que houve diferença significativa somente entre os diferentes protocolos experimentais em relação ao CO ( $p < 0,05$ ). A VFC não demonstrou diferenças para RMSSD (raiz quadrada da média da soma dos quadrados de sucessivos intervalos R-R). Entretanto, a análise espectral no domínio da frequência, o protocolo AB apresentou diferença significativamente inferior quando comparado ao grupo CO para as variáveis potência total (TP) ( $p < 0,05$ ), alta frequência (HF) ( $p = 0,0237$ ), baixa frequência (LF) ( $p = 0,166$ ) e razão LF/HF ( $p < 0,05$ ). Entretanto, somente TP foi significativamente maior em AQ quando comparado à CO ( $p = 0,0157$ ). Em conclusão, apesar do aquecimento não ter promovido modificações diretas sobre o desempenho, ele parece ser mais recomendável que o alongamento balístico como forma de preparação para a atividade principal, por ter promovido um melhor regulação cardiovascular.

**Palavras-chave:** Alongamento balístico, aquecimento, *sprint*, desempenho, VFC.

## ACUTE EFFECTS OF BALLISTIC STRETCH AND WARM-UP ON SPRINT ON PERFORMANCE AND HEART RATE VARIABILITY

### ABSTRACT

Stretching is commonly used as preparation for physical activity. Recent scientific studies question its implementation, because it demonstrates several decrements in exercise performance. This study aimed to verify the ballistic stretching-induced changes on exercise performance and heart rate variability (HRV) in comparison with warm-up protocol. The sample was composed by 11 healthy untrained subjects (age: 19±0,7 years, weight: 75,7±9,9kg; height: 179±4,4 cm; % body fat: 11±0,04 %), which underwent the test protocols that consisted of three visits to the laboratory, where they made a random tests (ballistic stretching (AB), warm-up (AQ) or control (CO)) and then made an maximum sprint. The data were obtained with a Polar RS800CX. Through selected R-R peaks the HRV were evaluated in time and frequency domain. Statistical procedure in this study was one-way ANOVA with Tukey's post-hoc test and significance adopted was  $p \leq 0.05$ . As main results it was verified that the running time, average speed and maximum speed did not present any significant differences ( $p > 0.05$ ). For heart rate (HR) was observed significant difference only in the experimental protocols compared to CO ( $p < 0.05$ ). HRV did not show any difference for RMSSD (square root of the mean of the sum of the squares of differences between adjacent NN intervals) ( $p > 0.05$ ). For spectral analysis only AB protocol was statistically lower than CO for total power (TP) ( $p < 0.05$ ), high frequency (HF) ( $p = 0.0237$ ), low frequency (LF) ( $p = 0.0166$ ) and LF/HF ratio ( $p < 0.05$ ). On the other hand, only TP was significantly higher in AQ than CO protocol ( $p = 0.0157$ ). In conclusion, performance changes were not

observed in both experimental protocols, although, warm-up technique seems more prudent as preparation for main activity than ballistic stretching, by promoting better cardiovascular regulation.

**Keywords:** Ballistic stretch, warm-up, sprint, performance, HRV

## INTRODUÇÃO

O alongamento é comumente utilizado como forma de aquecimento para a atividade física (ALMEIDA *et al.*, 2009), porém estudos científicos vêm demonstrando que ele pode não ser tão recomendável antes da prática do exercício por demonstrar detrimientos à performance (SHRIER, 2004), sem apresentar diminuição do risco de lesões (THACKER *et al.*, 2004; HERBERT e GABRIEL, 2002). O alongamento estático demonstrou redução na força (WINCHESTER *et al.*, 2009; MAREK *et al.*, 2005; POWER *et al.*, 2004, FOWLES *et al.*, 2000, BRADLEY *et al.*, 2007), no equilíbrio, tempos de reação e de movimento (BEHM, 2004), enquanto o alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) está associado com a queda da resistência muscular localizada (GOMES *et al.*, 2011) e da força (MAREK *et al.*, 2005, RAMOS *et al.*, 2007, BRADLEY *et al.*, 2007). Tendo em vista a grande quantidade de artigos que demonstraram efeitos negativos do alongamento estático, o alongamento balístico parece estar substituindo-o na prática moderna de aquecimento (BEHM e CHAOUACHI, 2011). Bacurau *et al.*, (2009) relataram que o alongamento balístico pode ser mais apropriado, pois a diminuição da força máxima parece menos provável e demonstraram ainda um aumento na altura de saltos verticais, quando comparado ao alongamento estático (WOOLSTENHULME *et al.*, 2006). Já outros autores, não verificaram nenhuma alteração no salto vertical (BRADLEY *et al.*, 2007).

Observa-se que o modelo de aquecimento mais utilizado na prática esportiva é constituído por atividade aeróbia de baixa intensidade, sessão de alongamentos e movimentos específicos ao exercício em questão (FRADKIN *et al.*, 2010a). De acordo com Girard *et al.*, (2009), Bishop (2003) e Jones *et al.*, (2003), os benefícios do aquecimento incluem o aumento da temperatura muscular ou da taxa de condução do nervo, uma aceleração na cinética de oxigênio devido à maior perfusão do músculo, transporte de oxigênio e uma diminuição da resistência viscosa e rigidez. Entretanto, para que ocorra a melhora do desempenho subsequente ao aquecimento, este estímulo deve ser eficaz em aumentar a temperatura muscular sem que haja o aparecimento da fadiga (STEWART e SLEIVERT, 1998; WOODS, 2007).

Coledam *et al.*, (2009) descrevem que o aquecimento prévio realizado em intensidade leve a moderado parece ser eficiente em aumentar o desempenho de tarefas motoras. Enquanto, o aquecimento mais longo ou intenso, que são geralmente utilizados em atividade física, pode apresentar efeitos negativos em relação a um aquecimento mais curto (TOMARAS e MACINTOSH, 2011). Por outro lado, outros autores demonstram não haver diferença entre aquecimento longo e curto (WITTEKIND e BENEKE, 2011). Todavia, estas respostas ainda não estão bem definidas na literatura e carecem de mais elucidações, pois muitos trabalhos utilizaram exercícios diferentes e que exigem respostas fisiológicas específicas. Além disso, deve ser destacado ainda, que, os técnicos baseiam seus modelos de aquecimento em suas próprias observações ao invés de embasarem-se em estudos científicos (FRADKIN *et al.*, 2010a). Ainda na mesma direção, Fradkin *et al.*, (2010b) relatam que os efeitos do aquecimento permanecem incertos, e, que ainda não existem muitos artigos na literatura, que examinaram o efeito do aquecimento separadamente do alongamento. Entretanto, estudos anteriores conduzidos pelo nosso laboratório objetivou avaliar o aquecimento separadamente do alongamento, onde não foi demonstrada diferença sobre o desempenho quando o aquecimento foi comparado ao alongamento balístico (SANTOS *et al.*, 2011). Portanto, parece evidente a importância de se estudar os métodos de aquecimento.

A VFC é um protocolo não invasivo que visa aferir a influência do controle neural sobre o coração (KAWAGUCHI *et al.*, 2007) e seu uso é embasado tanto em condições normais quanto patológicas (VANDERLEI *et al.*, 2009). Intervenções como o exercício demonstram aumentar a VFC e, conseqüentemente, elevar o tônus vagal em repouso (HEDELIN *et al.*, 2000, ROUTLEDGE *et al.*, 2010, CARTER *et al.*, 2003), o que diminui o risco de mortalidade. A VFC pode ser aferida pelo domínio do tempo, avaliando a resposta temporal dos picos R-R no registro eletrocardiográfico, em que o RMSSD representa a modulação vagal (ROUTLEDGE *et al.*, 2010). Já no domínio da frequência, a VFC é computada a partir da interpolação dos mesmos picos R-R através de formulação matemática, onde as bandas de frequências relacionadas ao sistema autonômico são extraídas e representadas pelo HF, LF e razão LF/HF. O HF parece estar associado com a frequência que representa o tônus vagal, já o LF é descrito na literatura como a frequência que pode estar associado ao controle do tônus simpático. Entretanto, outros autores descrevem que este último, pode estar sendo modulada tanto pelo sistema autônomo simpático quanto pelo

parassimpático (MALIK *et al.*, 1996; KAWAGUCHI *et al.*, 2007). A razão LF/HF demonstra a relação simpato-vagal, onde valores menores representam maior participação vagal enquanto valores maiores estão relacionados a dominância simpática (ROUTLEDGE *et al.*, 2010).

Partindo deste pressuposto, este estudo objetivou verificar se o alongamento balístico alcança as mesmas alterações sobre o desempenho e variabilidade da frequência cardíaca (VFC) que um protocolo de aquecimento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Participaram como sujeitos no estudo 11 homens (idade:  $19 \pm 0,7$  anos, peso:  $75,7 \pm 9,9$ kg; estatura:  $179 \pm 4,4$  cm; % de gordura:  $11 \pm 0,04$  %), saudáveis, destreinados em corridas e que não fizessem uso de nenhum medicamento que alterasse a FC. Em uma visita prévia ao laboratório foram realizadas as aferições antropométricas e uma familiarização com os protocolos experimentais, a fim de eliminar a influência do aprendizado sobre o mesmo. O experimento foi realizado em uma semana, com três sessões de testes, separadas por pelo menos 48 horas entre eles, a fim de impedir que a fadiga fosse um fator interveniente nos resultados. Deve ser ressaltado que os testes foram realizados respeitando-se as mesmas condições climáticas em todos os dias. Todos os voluntários preencheram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), onde foram informados sobre os possíveis riscos envolvidos no teste, bem como, os procedimentos aos quais seriam submetidos e foram instruídos a não participar de nenhuma atividade física durante a semana de coleta de dados. Cada sessão foi constituída apenas por um dos protocolos, seguido de um tiro de 400m. Todos os voluntários realizaram os três protocolos de forma aleatória e os grupos foram compostos de forma contra balanceada, de modo que cada sujeito foi comparado consigo.

Durante o protocolo controle (CO), os voluntários não efetuaram nenhum tipo de preparação, realizando somente o tiro de 400m a partir do repouso. Já no protocolo aquecimento (AQ), todos os sujeitos realizaram uma corrida de baixa intensidade para aquecer. Este tipo de corrida foi escolhido por ter sido utilizado em diferentes populações e ser eficiente em aumentar o desempenho em atividades motoras (COLEDAM *et al.*, 2009; GIRARD *et al.*, 2009; STEWART e SLEIVERT, 1998; BEHM, 2004). Como forma de manter o ritmo de passadas constante entre todos os indivíduos foi utilizado um metrônomo (EMT- 888 Eno Music CO., Ltd, China), que determinou o compasso das passadas em 130 bpm. O tempo de aquecimento foi o mais curto possível, por ser imediatamente sucedido pela atividade principal, sem nenhum tempo de recuperação. E em função disto, teve a duração de 210 segundos (BISHOP, 2003). Já no protocolo de alongamento balístico (AB) foi realizada uma série de alongamentos do tipo balístico, onde cada movimento foi executado por 30 segundos cada, totalizando o mesmo tempo do protocolo AQ. Para manter regular a velocidade do movimento no protocolo AB, os participantes realizaram o alongamento seguindo as batidas de um metrônomo, que manteve o ritmo de 60 bpm, de maneira similar ao protocolo utilizado por Woolstenhulme *et al.*, (2006). Os grupamentos musculares selecionados para serem alongados balisticamente foram deltoides, dorsais, abdominais, posteriores de coxa, abdutores de quadril, glúteo maior. Essa escolha foi atribuída por esses músculos serem os motores primários recrutados durante o movimento de corrida.

Os dados de resposta cardiovascular como a FC e VFC foram obtidos e armazenados em todas as visitas pelo Polar RS800CX (Polar Electro OY, Finlândia). Então, a partir dos picos R-R selecionados, foram interpolados baseados no método da transformada rápida de Fourier (periodograma Welch: 256 pontos com sobreposição de 50% e janela de Hanning), sendo escolhidas duas bandas para a análise espectral no domínio da frequência (LF: 0,04-0,15; HF: 0,15-0,4 Hz). A confiabilidade e validade dos valores obtidos pelo equipamento foram verificadas em estudos anteriores (KINGSLEY *et al.*, 2005; NUNAN *et al.*, 2009; RADESPIEL-TRÖGER *et al.*, 2003) e Polar *ProTrainer*, versão 5.40.172 foi o software utilizado para a avaliação das curvas obtidas durante o exercício.

Para a análise dos dados, foi utilizado como procedimento estatístico a *one-way* ANOVA com o *post-hoc* de Tukey e o índice de significância adotado foi  $p \leq 0,05$ . Todos os dados estão descritos como média  $\pm$  Erro Padrão da Média (EPM). A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk.

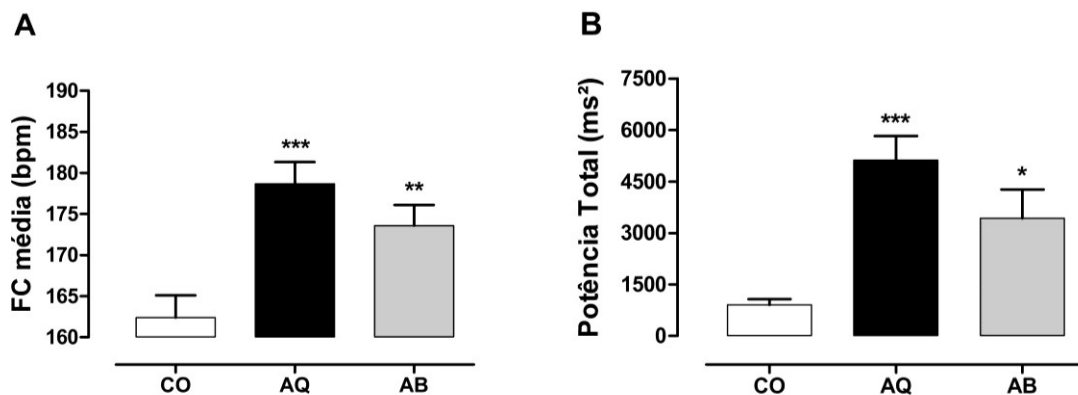
## RESULTADOS

Não houve diferença estatística entre os protocolos utilizados no presente estudo para as variáveis: tempo de corrida ( $p > 0,05$ ), velocidade média ( $p > 0,05$ ) e velocidade máxima ( $p > 0,05$ ).

A FC média demonstrou diferença significativa somente entre AQ e CO (AQ: 178,7±2,63 e CO: 162,4±2,69; p<0,0001) e entre AB e CO (AB: 173,6±2,54 vs. CO: 162,4±2,69; p=0,0032). (Figura 1A).

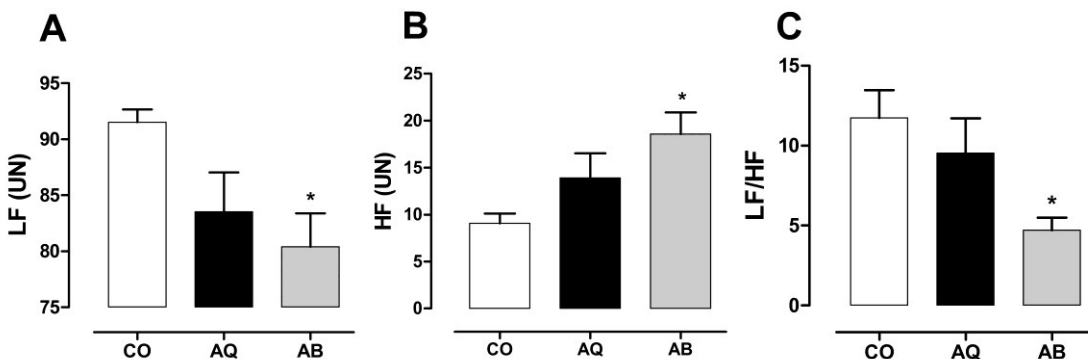
Já para a análise da VFC, no domínio do tempo não foram encontradas diferenças entre os grupos para RMSSD (p>0,05). No entanto, a avaliação da análise espectral demonstrou que a potência total (TP) se mostrou significativamente maior entre AQ e CO (AQ: 5123,46±698,01 vs. CO: 687,67±79,10; p=0,0002) e entre AB quando comparado a CO (AB: 3425,13±840,93 vs. CO: 687,67±79,10; p<0,0001).

**Figura 1.** Todos os dados representam as respostas durante o sprint máximo de 400m. A - Resposta da frequência cardíaca (FC) média intra-esforço. B - Comportamento da potência total, representando a variação total dos picos R-R durante o exercício máximo. Os símbolos representam a diferença em relação ao grupo controle: \*(p<0,05), \*\* (p<0,001), \*\*\* (p<0,0001). CO (controle), AQ (aquecimento), AB (alongamento balístico). (Figura 1B).



No entanto, LF se mostrou estatisticamente mais baixo somente quando AB foi comparado a CO (AB: 80,42±2,98 vs. CO: 91,53±1,126; p=0,0166) (Figura 2A). Inversamente, HF apresentou diferença significativa somente entre AB e CO (AB: 18,57±2,29 vs. CO: 9,05±1,06; p=0,0237) (Figura 2B). Quanto ao balanço simpato-vagal através da razão LF/HF, verificou-se queda representativa somente entre AB e CO (AB: 4,72±0,78 vs. CO: 11,73±1,74; p=0,019) (Figura 2C).

**Figura 2.** Todos os dados representam a resposta da VFC no domínio da frequência, durante um sprint máximo de 400 m. A - Comportamento da banda de baixa frequência (LF), representando a resposta de estimulação simpática durante o exercício máximo entre os diferentes grupos. B - Comportamento da banda de alta frequência (HF) referente à resposta parassimpática. C - Representação do equilíbrio simpato-vagal durante o exercício máximo. \* Diferença em relação ao grupo controle (p<0,05). CO (controle), AQ (aquecimento), AB (alongamento balístico).



## CONCLUSÃO

Os testes utilizados no presente estudo não promoveram modificações sobre o desempenho, indicando que o alongamento balístico e o aquecimento foram ineficazes em promover melhora significativa

em um *sprint* de 400 m. Isso corrobora com outros estudos em que o aquecimento não promoveu melhora no desempenho (WITTEKIND e BENEKE, 2011; TOMARAS e MACINTOSH, 2011; SANTOS et al., 2011). Não obstante, esses dados reforçam a necessidade de se estudar as possíveis respostas fisiológicas dessa técnica, devido a sua grande aplicação no meio desportivo.

Destaca-se também, que os resultados apresentados na presente investigação apontam na mesma direção de outros estudos bem controlados, onde parece não haver melhora do desempenho quando o alongamento é utilizado antes do exercício principal, independente da técnica utilizada (MAREK et al., 2005; RAMOS et al., 2007; GOMES et al., 2011; WINCHESTER et al., 2009; POWER et al., 2004; FOWLES et al., 2000). Deve ser destacado ainda, que o alongamento balístico foi utilizado, pois de acordo com a literatura esta técnica é considerada mais recomendável (BRADLEY et al., 2007; BEHM, 2004), fato não constatado na presente investigação.

Por outro lado, também foram observadas modificações na frequência cardíaca (FC) média, que apesar de terem apresentado respostas similares entre os grupos experimentais, elas decorrem de processos fisiológicos diferenciados. Pois, o alongamento parece causar alterações autonômicas através da estimulação de ergorreceptores musculares específicos (GLADWELL e Coote, 2002, GLADWELL et al., 2005). Já o grupo que realizou aquecimento, a FC média, apesar de não significativa, foi maior e isto se deve a necessidade de redistribuição do fluxo sanguíneo (THIJSSSEN et al., 2009). Outro detalhe é que o aquecimento por promover um aumento tênue da FC induz também uma pequena elevação do consumo de oxigênio pelo miocárdio (MVO<sub>2</sub>), pois 50 a 70% do MVO<sub>2</sub> é diretamente influenciado pela FC durante o exercício. Isso promove uma aproximação das diferenças hemodinâmicas entre o repouso e o esforço (DUNCKER e BACHE, 2008). Contudo, o mesmo não acontece com a aplicação do alongamento.

Observando as variáveis da VFC no domínio do tempo, em especial para o RMSSD, não foi verificada nenhuma diferença significativa entre grupos, pois alterações simpáticas encontradas são acompanhadas pelas modificações vagais, de forma que a relação entre ambas se mantém inalterada, o que poderia mascarar ambas as respostas. Isso pode ser explicado, pois o exercício provoca amplas alterações no comportamento autonômico, especialmente sobre a potência total (TP). Então, a modificação brusca da TP impede a avaliação da distribuição fracionária de energia. Outra explicação possível para a resposta encontrada é que as variáveis representantes do domínio do tempo apresentam maior fidedignidade em avaliações de longa duração (MALIK et al., 1996). Contudo, o presente estudo apresentou uma avaliação da VFC de curta duração.

Entretanto, quando analisadas as variáveis da VFC no domínio da frequência, ambos os grupos experimentais apresentaram uma variação significativa da variabilidade total durante o exercício, demonstrada pela análise da TP, pois era esperado somente no grupo aquecimento. Contudo, deve ser destacado que este resultado inesperado foi demonstrado também por Stuckey et al., 2011, que atribuiu essa resposta às comparações com modalidades de exercícios distintos. Então, o padrão de movimentos no aquecimento e no alongamento balístico podem ter influenciado as respostas, mesmo apresentando intensidades semelhantes.

Ademais, uma análise relativa da modulação simpática e vagal ainda no domínio da frequência podem ser observadas com maior precisão através de outras variáveis. Dentre elas, a resposta do parâmetro HF, que está associada à atividade vagal. Deve ser destacado, que no presente estudo HF foi significativamente maior no grupo que realizou alongamento balístico em relação ao controle. Uma possível explicação para esse fato é que o alongamento balístico parece ter aumentado atividade inibitória vagal, e isto poderia interferir especialmente numa prova de alta intensidade. Este fato também foi descrito por Chen et al., (2010), que associou a elevação de HF com a incapacidade de finalizar um teste de esteira.

Por outro lado, o parâmetro LF, que está associado ao componente simpático, foi estatisticamente maior no grupo que realizou alongamento em relação ao controle. Este resultado evidencia que o aquecimento prévio ao exercício ou prova principal parece ser capaz de aproximar a diferença de estimulação simpática entre o momento pré e intra-esforço. Este fato pode facilitar o ajuste autonômico e interferir diretamente na resposta cardiorrespiratória, e assim, reduzir os riscos de queda no desempenho. Além disso, de acordo com o trabalho de Mourot et al., 2004, após uma atividade física, independente da intensidade, ocorre um retorno lento da estimulação simpática aos valores de repouso. Esta informação parece tornar mais evidente a aplicação do aquecimento, momentos antes da atividade principal. Em contrapartida, este fenômeno não é observado quando se aplica a técnica de alongamento, pois esta demonstra alterações autonômicas similares às de incompetência cronotrópica (CHEN et al., 2010).

Outra variável que demonstra a contribuição do balanço autonômico é a razão LF/HF, que após um sprint de 400 metros, estava reduzido no grupo que realizou alongamento balístico antes do exercício. Este resultado representa um aumento da VFC, que está diretamente associada a maior contribuição vagal, possivelmente, devido ao alongamento ter a capacidade de reduzir o input excitatório neuromuscular (WINCHESTER et al., 2009; NELSON et al., 2005 ). Por outro lado, pudemos evidenciar que somente o grupo que realizou aquecimento prévio ao exercício intenso, a razão LF/HF estava elevada, caracterizando uma maior participação simpática em relação à participação vagal. Stuckey et al., 2011, utilizando uma intensidade de exercício semelhante ao nosso estudo demonstrou uma resposta similar para a razão LF/HF.

Embora o protocolo utilizado não tenha demonstrado diferenças significativas em relação ao desempenho, evidenciou-se que as alterações cardiovasculares, especialmente as simpato-vagais, encontradas após o aquecimento, parecem ser fisiologicamente mais recomendável para preceder o exercício que as observadas após o alongamento balístico. Em suma, estudos posteriores são imperativos para aferir a interferência de outras formas de aquecimento e alongamento sobre as variáveis autonômicas durante o esforço máximo, bem como, a verificação do tempo ideal para alcançar o ajuste cardiorrespiratório durante o aquecimento, sem prejuízos ao desempenho.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P.H.F.; BARANDALIZE, D.; RIBAS, D.I.R.; GALLON, D.; MACEDO, A.C.B.; GOMES, A.R.S. Alongamento Muscular: suas implicações na performance e na prevenção de lesões. **Fisioterapia em Movimento**, vol. 22 n. 3, p. 335-343, 2009.

BACURAU, R.F.; MONTEIRO, G.A.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V.; CABRAL, L.F.; AOKI, M.S. Acute Effect of a Ballistic and a Static Stretching Exercise Bout on Flexibility and Maximal Strength. **Journal of Strength & Conditioning Research**, vol. 23 n. 1, p. 304-308, 2009.

BEHM, D.G.; CHAOUACHI, A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. **European Journal of Applied Physiology**, vol. 111 n. 11, p. 2633-2651, 2011.

BEHM, D.G. Effect of Acute Static Stretching on Force, Balance, Reaction Time, and Movement Time. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, vol. 36 n.8, p. 1397-1402, 2004.

BISHOP, D. Warm Up II: Performance Changes Following Active Warm Up and How to Structure the Warm Up. **Sports Medicine**, vol. 33 n. 7, p. 483-498, 2003.

BRADLEY, P.S.; OLSEN, P.D.; PORTAS, M.D. The Effect of Static, Ballistic, and Proprioceptive neuromuscular Facilitation stretching on Vertical Jump Performance. **Journal of Strength & Conditioning Research**, vol. 21 n.1, p. 223-226, 2007.

CARTER, J.B.; BANISTER, E.W.; BLABER, A.P. The effect of age and gender on heart rate variability after endurance training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, vol. 35 n. 8, p. 1333-1340, 2003.

CHEN, J.Y.; LEE, Y.L.; TSAI, W.C.; LEE, C.H.; LI, Y.H.; TSAI, L.M.; CHEN, J.H.; LIN, L.J. Central command: control of cardiac sympathetic and vagal efferent nerve activity and the arterial baroreflex during spontaneous motor behaviour in animals. **International Heart Journal**, vol. 51 n. 2, p. 105-110, 2010.

COLEDAM, D.H.C.; TALAMONI, G.A.; COZIN, M.; SANTOS, J.W. Efeito do aquecimento com corrida sobre a agilidade e impulsão vertical de atletas juvenis de futebol. *Revista de Educação Física da UNESP – Motriz*, vol.15, n.2, p. 257-262, 2009.

DUNCKER, D.J.; BACHE, R.J. Regulation of coronary blood flow during exercise. **Physiological Reviews**, vol. 88 n.3, p. 1009-86, 2008.

FOWLES, J.R.; SALE, D.G.; MACDOUGALL, J.D. Reduced Strength After Passive Stretch of the Human Plantarflexors. **Journal of Applied Physiology**, vol. 89 n.3, p. 1179-1188, 2000.

FRADKIN, A.J.; ZAZRYN, T.R.; SMOLIGA, J.M. Effects of Warming upon Physical Performance: A Systematic Review with Meta-Analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, vol. 24 n.1, p. 140-148, 2010a

FRADKIN, A.J.; TSHARNI, R.Z.; SMOLIGA J.M. The effects of warm-up on physical performance are not clear. **Brazilian Journal of Sports Medicine**, vol. 45 n. 6, p. 525-526, 2010b.

**GIRARD, O; CARBONNEL, Y; CANDAU, R; MILLET, G. Running versus strength-based warm-up: acute effects on isometric knee extension function. European Journal of Applied Physiology, vol. 106 n. 4, p. 573-581, 2009.**

GLADWELL, V.F.; COOTE, J.H. Heart rate at the onset of muscle contraction and during passive muscle stretch in humans: a role for mechanoreceptors. **Journal of Physiology**, vol. 540 n. 3, p. 1095-1102, 2002.

GLADWELL, V.F.; FLETCHER, J.; PATEL, N.; ELVIDGE, L.J.; LLOYD, D.; CHOWDHARY, S.; COOTE J.H. The influence of small fibre muscle mechanoreceptors on the cardiac vagus in humans. **Journal of Physiology**, vol. 567 n. 2, p. 713-721, 2005.

GOMES, T.M.; SIMÃO, R.; MARQUES, M.C.; COSTA, P.B.; NOVAES, J.D. Acute effects of two different stretching methods on local muscular endurance performance. **Journal of Strength & Conditioning Research**, vol. 25 n. 3, p. 745-752, 2011.

**HEDELIN, R.; WIKLUND, U; BJERLE, P.; HENRIKSSON-LARSÉN K. Cardiac autonomic imbalance in an overtrained athlete. Medicine & Science in Sports & Exercise, vol. 32 n. 9, p. 1531-1533, 2000.**

HERBERT, R.D.; GABRIEL, M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness e risk of injury: a systematic review. **British Medical Journal**, vol. 325, p. 468-470, 2002.

JONES, A.M.; KOPPO, K; BURNLEY, M. Effects of prior exercise on metabolic and gas exchange responses to exercise. **Sports Medicine**, vol. 33 n. 13, p. 949-971, 2003.

KAWAGUCHI, L.Y.A.; NASCIMENTO, A.C.P.; LIMA, M.S.; FRIGO, L.; JÚNIOR, A.R.P.; TIERRA-CRIOLLO, C.J.; LOPES-MARTINS, R.A.B. Caracterização da variabilidade de frequência cardíaca e sensibilidade do barorreflexo em indivíduos sedentários e atletas do sexo masculino. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, vol. 13 n. 4, p. 231- 236, 2007.

KINGSLEY, M.; LEWIS, M.J.; MARSON R.E. Comparison of Polar 810s and an ambulatory ECG system for RR interval measurement during progressive exercise. **International Journal of Sports Medicine**, vol. 26 n.1, p. 39-44, 2005.

MALIK, M.; BIGGER, J.T.; CAMM, A.J.; KLEIGER, R.E.; MALLIANI, A.; MOSS, A.J.; SCHWARTZ, P.J. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. **European Heart Journal**, vol. 17 n. 3, p. 354-381, 1996.

MAREK, S.M.; CRAMER, J.T.; FINCHER, A.L.; MASSEY, L.L.; DANGELMAIER, S.M.; PURKAYASTHA, S.; FITZ, K.A.; CULBERTSON, J.Y. Acute Effects of Static and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Strength and Power Output. **Journal of Athletic Training**, vol. 40 n.2, p. 94-103, 2005.

MOUROT, L.; BOUHADDI, M.; TORDI, N.; ROUILLON, J.D.; REGNARD, J. Short- and long-term effects of a single bout of exercise on heart rate variability: comparison between constant and interval training exercises. **European Journal of Applied Physiology**, vol. 92 n.4-5, p. 508-517, 2004.

NELSON, A.G.; KOKKONEN, J.; ARNALL, D.A. Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, vol. 19 n.2, p. 338-343, 2005.

NUNAN, D.; DONOVAN, G.; JAKOVLJEVIC, D.G.; HODGES, L.D.; SANDEROCK, G.R.H.; BRODIE D.A. Validity and Reliability of Short-Term Heart-Rate Variability from the Polar S810. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, vol. 41 n. 1, p. 243-250, 2009.

POWER, K.; BEHM, D.; CAHILL, F.; CARROLL, M.; YOUNG, W. An Acute Bout of Static Stretching: Effects on Force and Jumping Performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, vol. 36 n. 8, p.1389-1396, 2004.

RADESPIEL-TRÖGER, M.; RAUH, R.; MAHLKE, C.; GOTTSCHALK, T.; MÜCK-WEYMANN, M. Agreement of two different methods for measurement of heart rate variability. **Clinical Autonomic Research**, vol. 13 n. 2, p. 99-102, 2003.

RAMOS, G.V.; SANTOS, R.S.; GONÇALVES, A. Influência do Alongamento Sobre a Força Muscular: Uma Breve Revisão Sobre as Possíveis Causas. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, vol. 9 n.2, p. 203-206, 2007.

**ROUTLEDGE, F.S.; CAMPBELL, T.S.; MCFETRIDGE-DURDLE, J.A.; BACON, S.L. Improvements in heart rate variability with exercise therapy. Canadian Journal of Cardiology, vol. 26 n. 6, p. 303-312, 2010.**

SANTOS, R.C. ; COSTA, C.R.M. ; SILVEIRA, A.L.B. Efeito agudo do alongamento balístico e aquecimento em sprint máximo. In: VII Congresso Internacional de Educação Física e Motricidade Humana e XIII Simpósio Paulista de Educação Física, Rio Claro. ISSN 1980-6574 **Motriz**, vol. 17. p. 502, 2011.

SHRIER, I. Does Stretching Improve Performance? A Systematic and Critical Review of the literature. **Clinical Journal of Sports Medicine**, vol. 14 n.5, p. 267-273, 2004.

STEWART, I.B.; SLEIVERT, G.G. The effect of warm up intensity on range of motion and anaerobic performance. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, vol. 27 n. 2, p. 154-161, 1998.

STUCKEY, M.I.; TORDI, N.; MOUROT, L.; GURR, L.J.; RAKOBOWCHUK, M.; MILLAR, P.J.; TOTH, R.; MACDONALD, M.J.; KAMATH, M.V. Autonomic recovery following sprint interval exercise. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, 10.1111/j.1600-0838.2011.01320.x. (Epub ahead of print), 2011.

THACKER, S.B.; GILCHRIST, J.; STROUP, D.F.; KIMSEY, D.Jr. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, vol. 36 n. 3, p. 371-378, 2004.

THIJSSSEN, D.H.; STEENDIJK, S.; HOPMAN, M.T. Blood redistribution during exercise in subjects with spinal cord injury and controls. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, vol. 41 n. 6, p. 1249-54, 2009.

TOMARAS, E.K.; MACINTOSH, B.R. Less is More: Standard Warm-up Causes Fatigue and Less Warm-up Permits Greater Cycling Power Output, **Journal of Applied Physiology**, vol. 111 n. 1, p. 228-235, 2011.

**VANDERLEI, L.C.; PASTRE, C.M.; HOSHI, R.A.; CARVALHO, T.D.; GODOY, M.F. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular, vol. 24 n. 2, p. 205-217, 2009.**

WINCHESTER, J.B.; NELSON, A.G.; KOKKONEN, J. A Single 30-s Stretch Is Sufficient to Inhibit Maximal Voluntary Strength. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, vol. 80 n. 2, p. 257-261, 2009.

WITTEKIND, A. BENEKE, R. Metabolic and performance effects of warm-up intensity on sprint cycling. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, vol. 21 n. 6, p. 201-207, 2011.

WOODS, K. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. **Sports Medicine**, vol. 37 n.12, p. 1089-1099, 2007.

WOOLSTENHULME, M.T.; GRIFFITHS, C.M.; WOOLSTENHULME, E.M.; PARCELL, A.C. Ballistic stretching increases flexibility and acute vertical jump height when combined with basketball activity. **Journal of Strength and Conditioning Research**, vol. 20 n. 4, p. 799-803, 2006.

---

<sup>1</sup> FAPERJ,

<sup>2</sup> Laboratório de Fisiologia e Desempenho Humano (LFDH) - Departamento de Educação Física e Desportos / UFRRJ.